

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

INSTITUT DOPRAVY

Optimalizace svozu separovaného odpadu na Frýdecko – Místecku

Separated Waste Collection Optimization in Frýdek – Místek Area

Student:

Bc. Tomáš Hlavatý

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Širc

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Hlavatý**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 20 Silniční doprava
Téma: Optimalizace svozu separovaného odpadu na Frýdecko – Místecku
Separated Waste Collection Optimization in Frýdek – Místek Area

Zásady pro vypracování:

Osnova:

- 1) Úvod
- 2) Analýza současného stavu
- 3) Teoretická východiska řešení
- 4) Návrh tras popelářských vozů
- 5) Ekonomické zhodnocení návrhu
- 6) Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Daněk J., Teichmann D. Optimalizace dopravních procesů. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava. 2005. 191 s. ISBN 80-248-0996-6
Surovec P. Provoz a ekonomika silniční dopravy II. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava. 2004. 121 s. ISBN 80-248-0710-6

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Širc**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 23.4 2012

.....

Bc. Tomáš Hlavatý

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb.
- autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo
- беру на ве́домі, же Высoкá škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- было сjeднáно, же с VŠB - TUO, в пpипаде́ зájму з její strany, узавpу лицен́ный сmlouvu с оупpáвнeнiем узít дiло в rozsahu §12 odst. 4 ауторскeго зáкона.
- было сjeднáно, же узít své дiло - дипломovou пpáci nebo poskytnou лицен́и к jejíму využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je оупpáвнeна в такомeм пpипаде́ оde mne по́žadovat пpимéрeный пpиспeвек на úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO на vytvóрeнi дiла vynalóжены (а́ž до jejíх skutečné výše).
- беру на ве́домі, же оdevздáнiем své пpáce souhlasím се зveřejнeнiем své пpáce podle зáкона ч. 111/1998 Sb., о высoкých шко́лах а о змeнe а доплнeнiи да́лших зáконов (зáкон о высoкých шко́лах), вe знeнiи поздéjších пpедпису́, без оhлeду на вы́сledek její обhаjобы.

V Ostravě 23.4.2012

.....
Bc. Tomáš Hlavatý

Bc. Tomáš Hlavatý

Klopina 130

789 73 Úsov

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. HLAVATÝ, T. *Optimalizace svozu separovaného odpadu na Frýdecko – Místecku*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 120 stran, vedoucí Ing. Jan Širc.

Diplomová práce se zabývá optimalizací svozu separovaného odpadu na Frýdecko-Místecku a návrhem tras svozů separovaného odpadu v obsluhovaných obcích společností Frýdecká skládka a.s.. V úvodu diplomové práce provádím analýzu současného stavu společnosti Frýdecká skládka a.s.. V druhé kapitole je možno nalézt teoretická východiska řešení, definice základních pojmů a metody řešení, kterých lze použít v praxi pro optimalizaci svozu separovaného odpadu. Ve třetí kapitole jsou předkládány vlastní návrhy konkrétních tras popelářských vozů určených pro svoz separovaného odpadu v okolních obcích města Frýdek-Místek. Čtvrtá kapitola je věnována ekonomickému zhodnocení vlastního návrhu a doporučení návrhu okružních jízd do jednotlivých obcí, kdy pomocí matematického modelování byly navrženy trasy popelářských vozů pro svoz separovaného odpadu ve vybraných lokalitách s cílem snížení nákladů.. V závěru je stručné zhodnocení optimalizace svozu separovaného odpadu z hlediska stanoveného cíle práce, kterým je minimalizace celkové délky svozových tras odpadů a tím i snížení přímých nákladů na svoz separovaného odpadu.

Anotation

Bc. Hlavatý, T. *Optimization of separand waste collection in the area of Frýdek – Místek*. Ostrava: VŠB – Technical Univerzity of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2012, 120 p., supervizor Ing. Jan Širc.

This diploma thesis focused on optimization of separand waste collection in the area of Frýdek – Místek and on proposal of routes of collection of separand waste in municipalities served by Frydek's dump a.s. In the beggining of diploma thesis there is the analysis of the current state in Frýdek's dzmp company. In the sekond charter i tis possible to find a theoretical solutions, the definitions of basic terms and methods of solution which can be used for optimization of separand waste collection in practice. In the third chapter there are own proposals of specific routes for garbage trucks for separand waste collection in municipalities of Frýdek – Místek. In the fourth chapter there is economic evaluation of own proposals and suggestion of tours to individual parts of municipaly where the mathematical modeling is used with the target on reduction of cosi. In the end there is a brief review of optimization of separand waste collection with respekt to the target of thesis which is minimization of total lenit of routed which also means reduction of direct cosi of separated waste collection.

	Obsah	strana
0	Úvod.....	8
1	Analýza současného stavu společnosti Frýdecká skládka, a.s.	11
	1.1 Technologie separování, sběru a svozu využitelných složek komunálního odpadu.....	17
	1.1.1 Dělení dle dostupnosti sběrného místa.....	17
	1.1.2 Dělení dle stupně třídění odpadů.....	19
	1.1.3 Dělení dle technologie sběru.....	19
	1.1.4 Dělení dle způsobu sběru.....	20
	1.2 Svozová technika pro svoz a přepravu odpadů.....	20
	1.2.1 Vozidla s lineárním lisem „lineární press“.....	20
	1.2.2 Vozidla s rotačním stlačováním odpadu.....	21
	1.2.3 Vozidla s hydraulickou rukou.....	22
	1.2.4 Vozidla s lineárním stlačováním vybavené hydraulickou rukou.....	23
	1.2.5 Nosiče kontejnerů.....	23
	1.3 Historie podniku.....	24
2	Teoretická východiska řešení.....	26
	2.1 Základní pojmy z teorie grafů	26
	2.1.1 Rozdělení grafů.....	26
	2.1.2 Definice potřebných pojmů z oblasti teorie grafů.....	27
	2.2 Metody řešení.....	29
	2.2.1 Exaktní (deterministické) metody	29
	2.2.2 Heuristické metody	29
	2.3 Eulerův tah.....	29
	2.3.1 Nutné a postačující podmínky existence Eulerova tahu.....	29
	2.3.1.1 Nalezení eulerovského tahu	30
	2.3.2 Problém čínské poštáky (listonoše)	30
	2.3.3 Clark Wright algoritmus – Metoda určování okružních jízd	31
	2.3.4 Úloha obchodního cestujícího (Travelling Salesman Problem).....	37
	2.3.5 Úloha trasování (capacitated vehicle rating problem).....	39
	2.4 Řešení úlohy obchodního cestujícího.....	40
3	Návrh tras popelářských vozů.....	48
	3.1. Svozová oblast Frýdecko – Místecko.....	48

3.1.1 Charakteristika svozu tříděného odpadu	49
3.2 Postup práce při návrhu nové svozové trasy	50
3.3 Shromáždění a interpretace vstupních dat.....	51
3.4 Stanovení okružních jízd.....	53
4 Ekonomické zhodnocení návrhu	107
5 Závěr	111
6 Seznam použité literatury	112
7 Seznam příloh, seznam tabulek, grafů, obrázků	114

0 Úvod

Město Frýdek-Místek patří administrativně pod okres Frýdek Místek a náleží pod Moravskoslezský kraj. Frýdek-Místek je obcí s rozšířenou působností. Dle regionálního turistického členění patří do oblasti Beskydy - Valašsko. Na území tohoto statutárního města žije trvale zhruba 58 230 obyvatel [1].

Nedílnou součástí života moderní společnosti je vznik odpadů souvisejících se spotřebou hmotných statků, realizací stavebních prací a poskytování služeb. V 21. století lidská společnost pokračuje ve velmi rychlém vývoji jak vědy a techniky, tak i způsobu života. Člověk je stále více uspěchaný a jedním z důsledků tohoto života je i velká produkce odpadů. Jen v České republice je více než třetina vyprodukovaného odpadu domácnostmi odpadem nerecyklovatelným [2]. Nakládání s odpady je jednou z oblastí, které obyvatelé měst obecně vnímají poměrně intenzivně. Je to rovněž oblast, ve které se můžeme setkat s celou řadou problémů, namátkou například přeplnování nádob na odpad, neoprávněné odkládání odpadu, černé skládky, znečišťování veřejného prostranství apod. Základním předpokladem řádného chodu nakládání s odpadem je urychlené vytvoření takového právního a ekonomického prostředí, které přinese významný útlum technologií a činností, jež jsou příčinou nadměrné produkce odpadů.

Odpad jako takový vzniká při veškeré lidské činnosti a je tedy nedílnou součástí všedního života, je proto potřeba vzniklý odpad následně efektivně ukládat na skládky. Odpad sám o sobě je značně různorodý, proto je vhodné z celkového množství odpadu separovat určité jeho složky, díky čemuž můžeme tyto složky, v závislosti na jejich charakteru, dále zpracovávat. Tímto způsobem lze získat zpátky některé druhy surovin, které je možno po úpravách vrátit zpátky do oběhu, či které můžeme alespoň energeticky využít. Bohužel v současnosti nejsme schopni využít veškeré množství a formy odpadu, je proto zapotřebí nevyužitelný odpad skladovat, alespoň do té doby, než se pro něj najde reálné využití.

Na začátku minulého století bylo v komunálním odpadu nejvíce popela z kamen, dnes je komunální odpad tvořen hlavně obaly od potravin a spotřebního zboží. A množství odpadů stále roste. V České republice je to již kolem 200 kilogramů za rok na obyvatele. Klasické skladování odpadů již nestačí. Je nutné odpady třídit a recyklovat. Pod pojmem recyklace rozumíme jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití, včetně přepracování organických materiálů. Pro stále více lidí je odpovědné nakládání s odpadem a třídění odpadu samozřejmostí. Snad nikdo se

dnes už nepozastavuje nad tím, že třídíme komunální odpad. Tříděný odpad je často také vyhledávanou surovinou pro další zpracování. Jedna ze složek odpadu, kterou lze vytřídit je biologicky rozložitelný odpad. Je tedy třeba vytvořit co nejlepší podmínky pro hospodaření s touto komoditou, aby se komoditou stala.

Zejména pro odkládání odpadu je potřeba, aby občan dostal pevné místo se systémovými pravidly. Nádoby na separovaný odpad často stojí v zeleni, podél komunikace nebo v chodníku. Nejsou stabilní plochy s dostatečnou kapacitou nádob, často jde jen o nádoby na smíšený odpad. Průběžná intenzivní informovanost a osvěta trvale bydlících obyvatel na území měst a obcí je nedílnou součástí optimalizace. Je třeba spojit typ používaných nádob na sběr domovního odpadu. V souvislosti s častým výskytem objemného a stavebního odpadu je třeba občanům přiblížit možnost ukládání tohoto typu odpadu do příslušných nádob, tj. zvýšit počet stanovišť pro umístění velkokapacitních kontejnerů.

Nutné je také upravit stávající systém sběru nebezpečných složek komunálního odpadu, kdy stávající stav, kterým je odkládání odpadů na předem určená místa v čase vyhlášení mobilního sběru, je již nevyhovující a dlouhodobě neudržitelný.

Na trendu zvyšujícího se objemu vytříděného odpadu mají nemalý podíl společnosti zabývající se svozem odpadů. Svoz odpadu je část, která hraje v recyklačním koloběhu odpadu nemalou roli a vyžaduje důkladné naplánování a také koordinaci svozové techniky tak, aby nedocházelo k navyšování ekonomických nákladů v důsledku nevhodně prováděného svozu odpadu.

Cílem diplomové práce je analýza současného stavu svozu komunálního odpadu ve městě Frýdek-Místek, a vlastní návrh tras svozů odpadů popelářských vozů, včetně zhodnocení ekonomického návrhu, s cílem minimalizovat celkové délky svozových tras odpadů a tím i snížit přímé náklady na svoz separovaného odpadu.

Práce je rozdělena do pěti hlavních kapitol, kde je po úvodu v kapitole první popsána analýza současného stavu společnosti Frýdecká skládka a.s., její historie a současný systém svozu odpadu. V druhé kapitole je možno nalézt teoretická východiska řešení, definice základních pojmů, metody řešení např.: Exaktní, Heuristické a následně Eulerův tah, zabývající se teorií dopravní obsluhy daného úseku sítě, který lze použít v praxi pro optimalizaci svozu separovaného odpadu. Ve třetí kapitole jsou předkládány vlastní návrhy konkrétních tras popelářských vozů určených pro svoz separovaného odpadu v okolních obcích města Frýdek-

Místek. Čtvrtá kapitola je věnována ekonomickému zhodnocení vlastního návrhu a doporučení návrhu okružních jízd do jednotlivých obcí, kdy pomocí matematického modelování byly navrženy trasy popelářských vozů pro svoz separovaného odpadu ve vybraných lokalitách s cílem snížení nákladů. V závěru je stručné zhodnocení optimalizace svozu separovaného odpadu z hlediska stanoveného cíle práce.

1 Analýza současného stavu společnosti Frýdecká skládka, a.s.

Právní forma: Akciová společnost

Sídlo: Frýdek-Místek, Panské Nové Dvory 3559, PSČ 738 01

Statutární orgán společnosti: předseda představenstva
místopředseda představenstva
+ čtyři členové představenstva

Dozorčí rada : předseda dozorčí rady
+ pět členů dozorčí rady

Hlavní podnikatelské aktivity: Základním posláním společnosti je komplexní nakládání s odpady, což znamená sběr, svoz, třídění, úprava a konečné odstranění prakticky všech, v regionu se vyskytujících, odpadů včetně nebezpečných. Důležitou fází práce je i zajištění koncového využití vytríděných odpadů, tj. výroba kompostu, zemních substrátů, tříděného kameniva, drenážních a dalších materiálů, s příslušnou certifikací těchto výrobků, zajištění výrobních prostor, technologií a odpovídající marketingové strategie.

Frýdecká skládka, a.s. je dynamicky se rozvíjející společnost s 99 zaměstnanci, ročním obrátem přes 100 mil. Kč a své služby poskytuje pro cca 150 000 obyvatel žijících na území s rozlohou 250 km² [3].

Základní kapitál: 48 800 000,- Kč

Základní kapitál je tvořen 976 ks listinných akcií na jméno o jmenovité hodnotě 50 000,- Kč

Společnost je členěna do středisek:

- Skládka odpadů
- Betony a sutě
- Doprava a svoz odpadů
- Separace odpadů
- Nebezpečné odpady
- Kompostárna

Skládka odpadů

Zneškodnění - trvalé uložení odpadů do třídy vyluhovatelnosti III, kompaktor KTO.

Ukládání odpadů dle provozního řádu, technické zabezpečení dle vyhlášky 383/2001 Sb..

Největší dodavatelé: Město Frýdek-Místek, TS a.s. Frýdek-Místek, Pivovar Radegast a.s., VP FM a.s., A.S.A. Ostrava s.r.o.,

Obce: Dobrá, Vojkovice, Dobratice, Nošovice, Pazderna, Raškovice, Hnojník, Horní Domaslavice, Nižní a Vyšní Lhoty, Morávka, Janovice, Pražmo, Sviadnov, Bruzovice, Sedliště, a přilehlé obce města Frýdek-Místek (Skalice, Zelinkovice, Lysůvky, Chlebovice, Lískovec)



Obrázek č.1: Letecký pohled na skládku Frýdek-Místek, Panské Nové Dvory 3559

Zdroj [4]

Betony a sutě

Středisko se zabývá sběrem stavebních sutí, úlomků betonů a přípravou těchto materiálů k recyklaci, dále vytřídováním využitelných složek z odpadů, které se nebudou skládkovat, ale budou se využívat energeticky nebo v zemědělství - stavební materiál, palivo, kompost, aj..

Technické zabezpečení: Vodohospodářsky ošetřená plocha, práce těžké mechanizace.

Doprava a svoz odpadů

Jedná se o nejpočetnější středisko firmy Frýdecká skládka a.s., pracuje zde celkem 53 zaměstnanců, kteří zajišťují dopravu a svoz odpadů.

Provádí svoz:

- komunálního odpadu z popelnic o objemu 110 l, z kontejnerů o obsahu 1100 l
- svoz stavebních odpadů z velkoobjemových kontejnerů o obsahu 1 – 20 m³
- odpadů z odpadkových košů FM
- ostatních odpadů a materiálů
- separovaných složek odpadů
- dopravu a přepravu nebezpečných odpadů dle ADR

Svozová technika:

- RENAULT Kerax Bikram, RENAULT Kerax natahovací, RENAULT PRESS 19
- MAN PRESS, MAN ROTOPRESS
- LIAZ BOBR 12.1, LIAZ BOBR PRESS 13.2, LIAZ BOBR PRESS 19.2, LIAZ PRESS 14, LIAZ PRESS 13, LIAZ HR, LIAZ BIKRAM
- MULTICAR BIKRAM, MULTICAR



Obrázek č. 2: Svozové nákladní automobily značky MAN – linear press a MAN s hydraulickým ramenem na svoz nádob typu ZVON.

Zdroj [5]

Separace odpadů

Dotřídění použitého skla, papíru, plastů. Obchodování s druhotnými surovinami: sklem, papírem, plasty – expedování dotříděných druhotných surovin ke zpracovatelům.

Technické zabezpečení: Dotřídňovací linka STS Pacov, stacionární lis, mostový jeřáb, drtič skla. Kontejnery o objemu 5 – 20 m³. Svoz surovin zajišťuje středisko DOPRAVA.

Největší odběratelé vyříděných složek odpadů: Silon a.s., Vetropack Moravia Glas a.s., Transform a.s., Severomoravské sběrné suroviny a.s..



Obrázek č. 3: Svozové kontejnery

Zdroj:[5]

Nebezpečné odpady

Sběr nebezpečných odpadů z technicko-komunálního odpadu a průmyslu: baterií, autobaterií, olejů, barev, kyselin, rozpouštědel, neupotřebených léků, ledniček, televizorů, zářivek, elektroniky a jiných. Souběžně středisko nebezpečných odpadů provádí zpětný odběr elektrozařízení a autovraků.

Technické zabezpečení: mobilní sběrna odpadů, hala a dílna pro úpravu a dočasné skladování nebezpečného odpadu, speciální kontejnery a nádoby pro dočasné shromažďování nebezpečného odpadu, software pro vedení evidence odpadů.

Shromážděný nebezpečný odpad se třídí dle konzistence a druhu. Následně je dočasně uskladněn ve skladech střediska NO. Při dostatečném množství jsou odpady dále expedovány firmám oprávněným k jejich zneškodnění. Jednotlivé druhy elektrozařízení ze zpětného odběru jsou převáženy k jednotlivým oprávněným zpracovatelům pod záštitou firem Asekol, Elektrowin a Ekolamp.

Kompostárna

Vlastní technologií dochází ke kompostování zeleně, biologického odpadu a jiných vhodných materiálů, štěpkování klestů a odpadního dřeva.

Technické zhodnocení: Zastřešený kompostovací žlab, osévač kompostu, drtič, štěpkovač, motorové a rámové pily, čelní kolový nakladač HON, traktor, vysoko zdvižný vozík.

Modernizace a zefektivnění svozové techniky

V rámci modernizace a zefektivnění systému separovaného sběru odpadu ve Frýdku – Místku a v okolních obcích požádala Frýdecká skládka, a.s. o dotaci z Operačního programu životního prostředí. Jejich žádost byla úspěšná a podařilo se jim zajistit 90% z uznatelných nákladů na pořízení dvou nových svozových vozidel a 9 kusů velkoobjemových kontejnerů. Celkové uznatelné náklady projektu byly poskytnuty ve výši 9.089.880,- Kč.

První vozidlo Lineár PRESS zajišťuje sběr a svoz odpadů z nádob typu kontejner K 11001 s horním výsypem. Jedná se o modré nádoby, do kterých se sbírá papír s nápojovým kartonem a o žluté nádoby na plastové odpady.

Druhé vozidlo s hákovým nakladačem kontejnerů a hydraulickou rukou, je určeno pro sběr a svoz odpadů z nádob typu ZVON se spodním výsypem a dále zajišťuje svoz papíru a plastů ze škol a od podnikatelů z velkoobjemových kontejnerů. Zároveň se tímto vozidlem za pomoci velkoobjemových kontejnerů odvázejí vytríděné odpady z dotřídňovací linky ke zpracovatelům. Nádoby typu ZVON jsou a nadále budou využívány pro sběr skla a to jak barevného, tak bílého. Rovněž budou tyto nádoby využívány pro sběr papíru a plastů v horských oblastech Beskyd, protože v zimním období není možné s nádobami typu kontejner s horním výsypem manipulovat.

Velkoobjemové kontejnery slouží ke svozu separovaného sběru z nádob typu ZVON se spodním výsypem, společně s vozidlem s hákovým nakladačem kontejnerů a hydraulickou rukou. Velkoobjemové kontejnery jsou rovněž umístovány u školských zařízení, ze kterých je separovaný sběr svážen a dále jsou využívány pro provoz dotřídňovací linky v Lískovci. Do těchto kontejnerů je na dotřídňovací lince ukládán zejména papír a plast po vytrídění a slisování a v těchto kontejnerech je dále přepravován k využití. Z těchto 9 ks velkoobjemových kontejnerů se jedná o dva samolisovací kontejnery, které jsou určeny na svoz papíru a plastů z nádob typu ZVON. Pomocí

samolisovacích kontejnerů dochází k lisování již během svozu separovaného sběru a tím dojde k dalším úsporám při jeho přepravě.

Cílem projektu bylo:

- Pomocí speciální, moderní a výkonnější techniky provádět častější a efektivnější sběr a svoz separovaného odpadu a zároveň zavádět separovaný sběr ve firmách a školských zařízeních, kde se doposud separace neprováděla.
- Společnosti Frýdecká skládka, a.s. se podařilo pomocí všech, kteří se aktivně zapojili do systému separovaného sběru vytrídit větší množství skla, papíru, plastů a nápojových kartonů, které se opětovně využívají jako vstupní suroviny pro nové výrobky, čímž byly cíle projektu v maximální míře splněny.

V případě, že nebude odpad tříděn, ale sklo, papír a plasty budou uloženy do klasických popelnic a kontejnerů na směsný komunální odpad, skončí cenná surovina navždy na skládce odpadů.



Obrázek č. 4: Ukládání odpadů

Zdroj [5]

1.1 Technologie separování, sběru a svozu využitelných složek komunálního odpadu

Systémy sběru a třídění komunálního odpadu lze dělit podle různých kritérií, nejčastěji se uvádí tato čtyři kritéria. [8]

1.1.1 Dělení dle dostupnosti sběrného místa

Donáškový způsob

Tento způsob sběru využitelných složek komunálního odpadu je založen na aktivním zapojení obyvatel. Využití donáškového systému je vhodné především na sídlištích panelových domů a v zástavbě rodinných domů. Obecně se sběrné nádoby umísťují na místa, kde je předpoklad zvýšeného výskytu obyvatel (zastávky MHD, křižovatky ulic, místa se zvýšenou koncentrací obchodů, restaurací atd.). Sběrné nádoby na tříděný odpad se umísťují do tzv. „hnízd“, kde je soustředěno několik sběrných nádob, každá dle svého označení na vybraný druh tříděného odpadu. Efektivnost tohoto systému závisí na hustotě zástavby v obci, donášková vzdálenost by neměla přesáhnout 100–200 m, počet obyvatel připadajících na jedno „hnízdo“ by neměl přesáhnout 500 obyvatel, optimální je pokud na jedno „hnízdo“ připadá zhruba 200 obyvatel.

Odvozový způsob

Odvozový způsob tříděných složek komunálního odpadu je totožný se sběrem směsného komunálního odpadu, kdy sběrné nádoby většinou menšího objemu (80–360 l) jsou umístěny přímo u domů obyvatel, nebo v jejich těsné blízkosti, přičemž donášková vzdálenost by neměla přesáhnout 50 m. Odvozový způsob je vhodné využít v zástavbě bytových domů, které mají vlastní dvory, dále v zástavbě rodinných domů a historických centrech měst. Výhody tohoto systému jsou především malá donášková vzdálenost, vysoká účinnost tříděného sběru, lepší kvalita sbíraných surovin oproti donáškovému způsobu, úspora přepravních nákladů u svozu s lineárním presem, jednodušší manipulace se sběrnými nádobami. Systém má však i určité nevýhody, jako jsou vyšší pořizovací náklady na zavedení systému a nároky na organizaci sběru u obyvatelstva.

Pytlový způsob

Sběr je prováděn prostřednictvím plastových pytlů (objem cca 70 l), tyto pytle musí být v dostatečném množství umístěny přímo v domácnostech. Dále je tento způsob prováděn jako

kombinace donáškového a odvozového způsobu, kdy jsou pytle odváženy přímo od domu nákladními vozidly, nebo je pro pytle vymezeno místo na území obce pro jejich shromažďování a následný odvoz. Tento způsob sběru je především určen pro zástavbu rodinných domů, kvůli potřebě určitého místa pro skladování pytlů s odpadem před jeho svezem. Tento systém je efektivní, pokud jsou pytle sváženy přímo od domu. S nutností donášení plných pytlů na určené místo, účinnost značně klesá. Tento způsob svozu vyžaduje dokonalou organizaci, což je určitá nevýhoda.

Sběrný dvůr

Poslední způsob sběru odpadu je obdobou donáškového sběru, kdy je odpad snášen obyvateli obce na sběrné dvory. Ve sběru využitelných složek komunálního odpadu je spíše doplňkem. Jako hlavní způsob sběru tříděného odpadu ho lze využít v menších obcích, aby byla donášková vzdálenost únosná pro všechny občany.

Tabulka č. 1: Porovnání nejčastějších způsobů sběru dle dostupnosti sběrného místa

Parametr	Donáškový systém	Odvozový systém	Pytlový systém
Počet obyvatel na 1 „hnízdo“	200 – 500	4 – 15 (objemy 80 – 120 l) 200 (objemy 1100 l)	1 domácnost (3x70 l)
Donášková vzdálenost	100 – 200 m	0 – 30 m 50 m	0 m
Sběrné nádoby	Kontejnery se spodním výsypem (0,5–3,5 m ³) Kontejnery s horním výsypem 1100 l	Plastové popelnice 80–360 l Kontejnery s horním výsypem 1100 l	Plastové barevné pytle
Životnost nádob	6 – 8 let	6 – 8 let	1 – 4 týdny
Svozová technika	Nákladní automobil s hydraulickou rukou Svozový vůz s lineárním lisem	Svozový vůz s lineárním lisem	Nákladní automobil
Četnost svozu	1 – 6 týdnů	2 – 3 týdnů	1 – 6 týdnů
Umístění nádob	Určená místa v obci	Před domy v obytné zástavbě	V domácnostech
Kvalita sběru Účinnost sběru	Nízká kvalita vytříděných surovin Nízká účinnost sběru	Vysoká kvalita vytříděných surovin Vysoká účinnost sběru	Vysoká kvalita vytříděných surovin
Využití systému	Vhodné pro rodinné domy, popř. pro panelové sídlištní domy	Vhodné pro bytové domy a zástavbu s rodinnými domy	Vhodné pro rodinné domy ve městech
Akceptovatelnost obyvatelstvem	Méně akceptován, závisí na hustotě sítě	Velmi akceptován	Velmi akceptován (u rodinných domů)



Obrázek č. 5 : Nádoby na separovaný odpad
Zdroj [9]

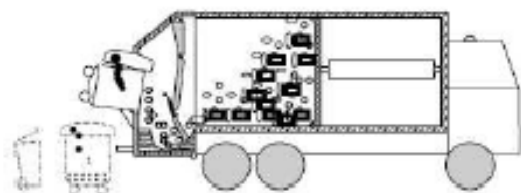
Tyto barevně rozlišené kontejnery jsou speciálně upraveny a jsou běžně k vidění v různých velikostech podle příslušenství k určitému typu zástavby. V tom spočívá jejich výhoda. Další výhodou je občansky akceptovatelný způsob třídění. Nevýhodou jsou vysoké investiční náklady a nutnost správně zvolit jejich stanoviště.

1.1.2 Dělení dle stupně třídění odpadů

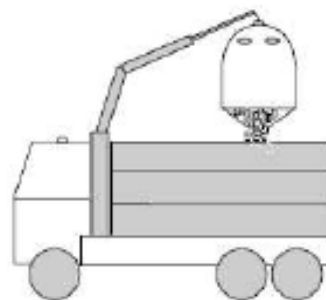
Tento systém zahrnuje sběr komunálního odpadu na základě složek v něm obsažených, patří sem sběr směsného (netříděného) odpadu, sběr vícedruhového odpadu (spalitelný odpad, duté a ploché obaly apod.), a sběr jednodruhového odpadu (oddělený sběr jednotlivých komodit – papír, plasty, sklo, tetrapaky, bio odpad, kovy)

1.1.3 Dělení dle technologie sběru

Zde je zohledněno použití jednotlivých typů sběrných nádob. Např. nádoby s horním výsypem, nádoby se spodním výsypem, vanové kontejnery různých objemů, boxů, pytlů a beznádobový sběr.



Obrázek č. 6: Způsob výsypu sběrných nádob
s horním výsypem
Zdroj: [8]



Obrázek č. 7: Způsob výsypu sběrných
nádob se spodním výsypem
Zdroj: [8]

1.1.4 Dělení dle způsobu sběru

Sběr lze dělit na:

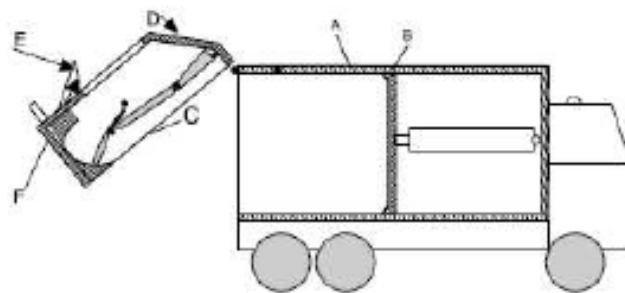
- stacionární – odpad je shromažďován na stabilním místě na území obce vyčleněném pro tento účel
- mobilní – odpad je svážen z bezprostřední blízkosti domu (např. sběr nebezpečných složek)

1.2 Svozová technika pro svoz a přepravu odpadů

Pro svoz komunálního odpadu a využitelných složek vytríděných z tohoto odpadu se používají nákladní automobily tzv. „kuka“ vozy vybavené speciálními nástavbami a univerzálním výsypným zařízením pro výsyp sběrných nádob o různých objemech, např. nejčastěji používané typy nádob o objemech 110, 120, 240, 660, 770 a 1100 l nebo nákladní automobily vybavené hydraulickou rukou určené pro vyprazdňování nádob se spodním výsypem. Tato výsypná zařízení jsou většinou konstruována jako univerzální, ale mohou být také vyrobena pouze pro jeden druh sběrných nádob, popř. na dílčí část typů výše uvedených sběrných nádob.

1.2.1 Vozidla s lineárním lisem „lineární press“

Tato vozidla mají využití především při sběru a svozu komunálního odpadu a separovaného odpadu jako je papír, plasty a tetrapaky, pro svoz skla je tento systém nevhodný z důvodu drcení skla, což je nežádoucí. Sběrné nádoby, které svozová vozidla mohou obsluhovat, závisí na konstrukci výsypného zařízení. Výsypná zařízení jsou většinou volena univerzální pro více druhů nádob se zaměřením na typy nádob, které jsou použity v dané svozové oblasti, jež vozidlo obsluhuje.



Obrázek č. 8: Vozidlo s lineárním stlačováním odpadu

Zdroj:[8]

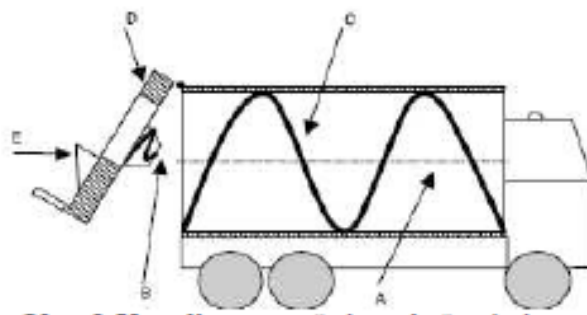
- A – Nádrž na odpad obdélníkového průřezu
- B – Posuvná lisovací deska
- C – Stlačovací zařízení
- D – Uzavírací víko
- E – Vyklápěcí zařízení
- F – Násypná vana

Lisovací nástavba má obdélníkovou nádrž (A) jejíž přední stěnu tvoří lisovací posuvná deska (B) a zadní část uzavírá uzavírací víko (D) s výsypným zařízením (E) a stlačovacím zařízením (C). Stlačovací zařízení nabírá odpad z násypné vany (F) a stlačuje jej proti tlaku přední stěny (B).

Zejména v městské zástavbě se čím dál více uplatňují vozidla s lineárním stlačováním odpadu, spočívajícím v přímočarém pohybu desky, která nejen lisuje převážený komunální odpad v poměru cca 1:5 (na poměru zhutnění závisí druh odpadu), ale také po odklopení zadního čela vytlačuje slisovaný odpad z nástavby. Vozidla se systémem lineárního stlačování pojmu cca 80-100 nádob o objemu 1100 l s průměrnou dobou nakládky jedné nádoby 1-1,5 min. a obslouží svozový okresek s 30 000 - 35 000 obyvateli. K předním výrobcům lisovacích nástaveb patří především společnosti Zöeller Systems, s.r.o., Stummer gmbh, Haller, apod..

1.2.2 Vozidla s rotačním stlačováním odpadu

Tato konstrukce nástavby je v současnosti již spíše zastaralá a ne příliš využívaná. Tato vozidla se využívala především pro svoz komunálního odpadu v zástavbách s vytápěním na pevná paliva, kde převážnou část vyváženého odpadu tvořil popel z tohoto vytápění. Pro svoz separovaných odpadů jsou tyto svozové vozy nevhodné (dochází k drcení a znehodnocení promícháním). Obsluhované sběrné nádoby opět závisí na konstrukci výsypného zařízení stejně jako u vozidel s lineárním lisováním.



Obrázek č. 9: Vozidlo s rotačním stačováním odpadu

Zdroj [8]

- A – Nádrž na odpad kruhového průřezu
- B – Lopatky pro nabírání odpadu
- C – Nízká dvouchodová šroubovice
- D – Uzavírací víko
- E – Vyklápěcí zařízení

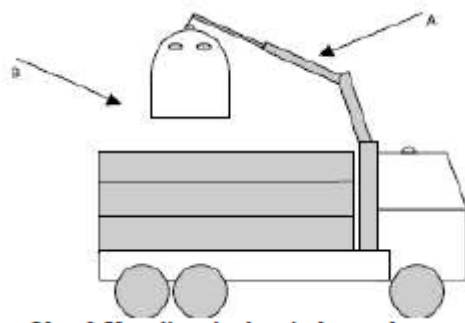
Rotační stlačování spočívá v tom, že válcová nádrž na odpad (A) se otáčí kolem své osy a lopatkami umístěnými v zadní části nádrže (B) nabírá odpad a zatlačuje ho dovnitř, kde je dále posouván nízkou dvouchodovou šroubovicí (C). Buben je vyroben z materiálu odolného proti oděru. Na zadní část nádrže navazuje uzavírací víko (D) s vyklápěcím zařízením (E).

Moderní trend vede spíše směrem k využívání vozidel s lineárním stlačováním odpadu. Tento systém rotační nástavby je v současné době používán jen v menší míře a spíše se od něj upouští, jelikož tento systém byl určen především pro sběr odpadů vznikajících v zástavbě rodinných domů s vytápěním na tuhá paliva a v současné době s růstem životní úrovně obyvatelstva se také mění struktura odpadů produkovaných domácnostmi, proto už hlavní složkou není odpad z tohoto vytápění, ale stále je možné tato vozidla najít ve vozidlovém parku mnoha společností zabývajících se svozem odpadů.

1.2.3 Vozidla s hydraulickou rukou

Tento systém se uplatňuje především při svozu separovaných odpadů a hlavně potom skla. Jeho určitou nevýhodou je nutnost zajištění odpadu proti ztracení odpadu během svozu a následné přepravy odpadu což u skla, díky jeho relativně vysoké měrné hmotnosti, částečně odpadá. Obsluhované sběrné nádoby jsou typy se spodním výsypem (tzv. zvony, iglú, kontejnery) o různých objemech.

Výhody plynoucí z použití tohoto systému sběru odpadu jsou hlavně nižší investiční náklady na pořízení takto vybaveného svozové vozidla, a také náklady na údržbu a mzdy zaměstnanců, jelikož pro obsluhu stačí pouze jeden zaměstnanec.



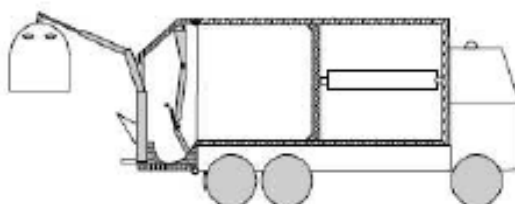
Obrázek č. 10: Vozidlo s hydraulickou rukou Zdroj:[8]

A - Hydraulická ruka

B - Objem korby (závisí na užitečné hmotnosti vozidla a měrné hmotnosti sbírané komodity)

1.2.4 Vozidla s lineárním stlačováním vybavené hydraulickou rukou

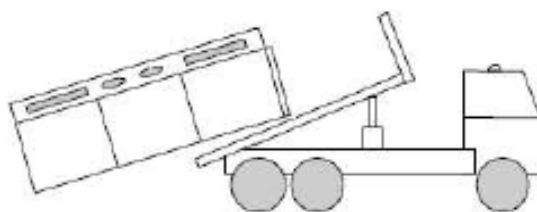
Kombinace nástavby s lineárním lisováním a hydraulické ruky je velmi výhodné a činí svozové vozidlo velmi univerzálním, může tak provádět svoz téměř všech typů sběrných nádob s výjimkou velkoobjemových kontejnerů. Vozidlo tak není omezeno na výsyp nádob buď s horním nebo spodním výsypem.



Obrázek č. 11: Vozidlo s lineárním stačováním vybavené hydraulickou rukou Zdroj: [8]

1.2.5 Nosiče kontejnerů

Vozidla vybavená zařízením pro natahování velkoobjemových kontejnerů různých typů. Tento systém se nejčastěji využívá pro svoz velkoobjemových kontejnerů na směsný komunální odpad, separovaný odpad, velkoobjemový odpad a nebezpečný odpad.



Obrázek č. 12: Vozidlo vybavené nosičem kontejnerů Zdroj:[8]

V této části práce byla stručně popsána charakteristika technologie svozu tříděných odpadů. Obecně platným cílem v oblasti sběru tříděných odpadů je získat co největší množství daného druhu tříděného odpadu, v co nejlepší kvalitě, při nejnižších možných nákladech. Jelikož si zatím při současných výkupních cenách druhotných surovin žádný systém sběru tříděných odpadů provozovaný v ČR sám na sebe nevydělá a musí být nutně dotován, je třeba se zaměřit na jednotlivé nákladové položky, s cílem jejich minimalizace.

1.3 Historie podniku

Akciová společnost Frýdecká skládka byla založena městem Frýdek-Místek a 18 obcemi Pobeskydského regionu dne 21. 9. 1992. V roce 1994 změnila FS a.s. sídlo a ředitelství bylo přestěhováno na současnou adresu. S rozšiřováním činnosti bylo rovněž navyšováno základní jmění společnosti, které v roce 1997 činilo 28 400 000,-Kč a bylo rozděleno do 568 ks akcií ve jmenovité hodnotě 50 000,- Kč. V roce 2000 bylo základní jmění navýšeno na 39 400 000,- Kč což představuje 788 ks akcií ve jmenovité hodnotě 50 000,- Kč. Z toho 252 ks akcií bylo prodáno společnosti OZO Ostrava, čímž byla zahájena regionální spolupráce měst Ostrava a Frýdek-Místek v oblasti služeb nakládání s odpady. V současné době činí základní jmění společnosti 48 800 000,- Kč a je rozděleno do 976 ks akcií na jméno v listinné podobě ve jmenovité hodnotě 50 000,- Kč.

Frýdecká skládka, a.s. se postupem doby neustále rozšiřovala o další střediska, jejichž činnost byla pro předmět podnikání společnosti nezbytná. V roce 1994 byla od Zemědělského obchodního družstva Řepiště vykoupena hala senážního skladu, která byla přestavěna na halu pro třídění odpadů s technologií třídící linky STS Pacov a vzniklo středisko SEPARACE.

V roce 1996 byly městu Frýdek-Místek předány objekty a pozemky zrušených vojenských kasáren a město část těchto objektů pronajalo Frýdecké skládce a.s. pro garážování a opravy vozidel. V témže roce nabyla účinnosti nájemní smlouva, dle které pronajímatel AGRO Lučina

s.r.o. pronajímá FS a.s. zastřešený silážní žlab v Bruzovicích k provozování kompostování odpadů zeleně a jiných vhodných materiálů.

Od 1.1.1997 byla zahájena činnost střediska KOMPOSTÁRNA. V roce 1998 byla kompostovací hala od AGRO Lučina s. r. o. odkoupena současně s přilehlými pozemky od soukromých majitelů a byla provedena rekonstrukce kanalizace a jímky průsakových vod.

V roce 1998 byla nákladem 1,8 mil. Kč dokončena rekonstrukce části garáží a přilehlého pozemku v areálu bývalých kasáren na Panských Nových Dvorech a dne 25. 11. 1998 byla oficiálně zahájena činnost střediska - NEBEZPEČNÉ ODPADY. Dobré vybavení tohoto střediska je zabezpečeno různými typy kontejnerů, včetně mobilního, pro nebezpečné odpady. Středisko současně plní funkci "sběrného dvora nebezpečných odpadů".

Základním posláním společnosti je komplexní nakládání s odpady, což znamená sběr, svoz, třídění, úprava a odstranění prakticky všech v regionu se vyskytujících odpadů. K tomuto účelu provozuje Frýdecká skládka, a. s. řízenou skládku odpadů. Od roku 1993 provádí FS a.s. sběr, svoz a zneškodnění komunálních, stavebních a demoličních odpadů, provozuje systém separovaného sběru skla, papíru a plastů, včetně jeho dotřídění.

V r. 2002 bylo zřízeno v areálu skládky na Panských Nových Dvorech středisko BETONY A SUTĚ, kde jsou dočasně shromažďovány demoliční odpady, ze kterých jsou vyráběny certifikované výrobky (např. drtě pro stavebnictví, drenážní vrstvy, zpevněné plochy apod.).

Zdroj [13]

2 Teoretická východiska řešení

Máme síť tras, na které je třeba naplánovat trasu obslužného vozidla zajišťující svoz separovaného odpadu. Na každé trase se nachází alespoň jeden požadavek na odvoz separovaného odpadu, tj. každá trasa musí být navštívena, přičemž navštíví-li obslužné vozidlo danou trasu, musí v tomto směru celou trasu již projet. Z pohledu organizace jízdy tohoto vozidla je z pochopitelných důvodů žádoucí, aby každou trasu navštívil pokud možno právě jednou, tj. aby žádnou trasu nemuselo projet vícekrát (předpokládá se, že v případě potřeby obsluhuje komunální vozidlo v rámci jednoho průjezdu obě strany ulice).

2.1 Základní pojmy z teorie grafů

Daněk J., Teichman D. 2005, definují tyto pojmy následovně:

- Graf – je základní objekt teorie grafů. Skládá se z vrcholů a hran. Hrana vždy spojuje dva vrcholy. Hrana může být orientovaná (rozlišujeme počáteční a koncový vrchol) nebo neorientovaná. Hrana spojující vrchol se sebou samým se nazývá smyčkou. Graf může vyjadřovat souvislosti mezi objekty, návaznosti, spojení nebo toky.
- Incidence – přiřazuje každé hraně grafu G (ne)uspořádanou dvojici vrcholů. Je-li incidence hrany $h \in X$: $p(h) = (u, v)$ říkáme, že hrana h inciduje s vrcholy u a v .
Stupeň vrcholu – číslo, rovnající se počtu hran incidujících s daným vrcholem.

Zdroj [6]

2.1.1 Rozdělení grafů

Podle orientace hran

- Orientovaný graf – trojice $G = (V, X, p)$ tvořená neprázdnou konečnou množinou V , jejíž prvky nazýváme vrcholy, konečnou množinou X jejíž prvky nazýváme orientovanými hranami a zobrazením p , které zobrazuje množinu X na množinu V^2 . Toto zobrazení přiřadí každé hraně $h \in X$ uspořádanou dvojici vrcholů (x, y) . První z nich nazýváme počátečním vrcholem hrany h a druhý z nich nazýváme koncovým vrcholem hrany h . Zobrazení p se nazývá incidence grafu G .

- Neorientovaný graf – trojice $G = (V, X, p)$ tvořená neprázdnou konečnou množinou V , jejíž prvky nazýváme vrcholy, množinou konečnou X , jejíž prvky nazýváme neorientovanými hranami a zobrazením p , které zobrazuje množinu X na množinu V^2 . Toto zobrazení přiřadí každé hraně $h \in X$ jedno - nebo dvou prvkovou množinu vrcholů. Zobrazení p se nazývá incidence grafu G .

Podle četnosti hran

- Prostý graf - nemá rovnoběžné hrany, tzn. mezi libovolnými dvěma vrcholy vede nejvýše jedna hrana.
- Multigraf - mezi dvěma vrcholy grafu může vést libovolný počet hran.
- Obyčejný graf – je prostý graf neobsahující smyčky.

Podle souvislosti

- Souvislý graf – pro každou dvojici vrcholů u a v existuje cesta $m(u,v)$.
- Nesouvislý graf – neexistuje cesta mezi každou dvojicí vrcholů.

Podle existence kružnice v grafu

- Cyklický graf
- Acyklický graf

2.1.2 Definice potřebných pojmů z oblasti teorie grafů

Kružnice (cyklus) – uzavřená posloupnost propojených vrcholů.

Most – hrana grafu, jejímž odstraněním se graf rozpadne na dva komponenty.

Artikulace – vrchol grafu, jehož odstraněním z grafu (včetně incidujících hran) se zvýší počet komponentů alespoň o jeden.

Hamiltonovská kružnice – je podgraf grafu, který je kružnicí a obsahuje všechny vrcholy grafu. Hamiltonovskou kružnici můžeme rovněž definovat jako souvislý pravidelný graf druhého stupně, který obsahuje všechny vrcholy grafu.

Hamiltonovský graf – je graf, který lze projít tak, že každý jeho uzel, kromě uzlu počátečního, bude navštíven právě jednou. Obsahuje kružnici, která prochází všemi vrcholy grafu – hamiltonovskou kružnici.

Kostra grafu – je takový podgraf souvislého grafu G na množině všech jeho vrcholů, který je stromem.

Strom - neorientovaný graf, který je souvislý a neobsahuje žádnou kružnici.

Minimální kostra grafu – je kostra grafu, která má nejmenší součet ohodnocení hran mezi všemi kostrami.

Sled – sled délky k grafu G je posloupnost vrcholů a hran $(v_0, h_1, v_1, \dots, h_k, v_k)$ taková, že $e_i = \{v_{i-1}, v_i\}$ pro $i = 1, \dots, k$.

Tah - tah délky k grafu G je sled délky k grafu G takový, že platí $h_i \neq h_j$ pro každé $i \neq j, i, j \in \{1, \dots, k\}$. Jedná se o sled, ve kterém se neopakují hrany.

Eulerovský tah – označuje tah, který obsahuje každou hranu grafu právě jednou.

Uzavřený eulerovský tah – takový tah, u kterého je počáteční a koncový uzel totožný.

Neuzavřený eulerovský tah – takový tah, který nemá totožný počáteční a koncový uzel.

Eulerův graf – graf, ve kterém existuje uzavřený eulerovský tah. Tento graf lze nakreslit „jedním tahem“.

Vlastnosti:

- Neorientovaný graf je eulerovský právě tehdy, je-li souvislý a každý jeho vrchol má sudý stupeň.
- Neorientovaný graf je eulerovský právě tehdy, je-li souvislý a má-li právě dva vrcholy lichého stupně (eulerovský tah bude otevřený).
- Neorientovaný graf je eulerovský právě tehdy, je-li souvislý a lze jej rozložit na hranově disjunktní cykly.
- Orientovaný graf je eulerovský právě tehdy, je-li souvislý a každý jeho vrchol má vstupní stupeň rovný výstupnímu.

2.2 Metody řešení

2.2.1 Exaktní (deterministické) metody

Exaktní, deterministické nebo také přesné metody, dávají vždy optimální řešení. Jsou založeny na prozkoumání všech existujících variant. Porovnáním účelové funkce jednotlivých možností lze najít globální extrém (maximum nebo minimum). Procházení všech variant možného řešení je u rozsáhlých úloh, z hlediska časové náročnosti, značnou nevýhodou. U velmi rozsáhlých úloh není možné získat optimální řešení v reálném čase.

2.2.2 Heuristické metody

Heuristickým algoritmem nazýváme postup získání řešení problému, které však nemusí být optimální, a které není možné matematicky dokázat. Podstatou těchto metod je kombinace exaktních metod s lidskou inteligencí a s postupy získanými zkušenostmi a intuicí. Správnost těchto algoritmů je potvrzena dlouhodobou zkušeností a ověřením výsledků na mnoha zpracovaných příkladech. Heuristické algoritmy neprozkoumají všechny možnosti, ale pouze vybranou část, proto jsou rychlejší a jsou dobře použitelné u složitých a rozsáhlých problémů, kde exaktní metody dosahují exponenciální složitosti a tím i nereálnou dobu výpočtu. Řešení získané těmito algoritmy je pouze suboptimální. Pro zpřesnění výsledků nalezených heuristickými algoritmy, můžeme u některých metod opakovat algoritmus.

2.3 Eulerův tah

2.3.1 Nutné a postačující podmínky existence Eulerova tahu

1. Všechny vrcholy jsou stupně sudého (uzavřený Eulerův tah) – začít můžeme ve kterémkoli vrcholu a končíme vždy ve vrcholu ve kterém jsme začali.
2. Právě dva vrcholy jsou stupně lichého (otevřený Eulerův tah) – musíme začít v jednom vrcholu lichého stupně a končit ve druhém vrcholu lichého stupně.

Pokud nejsou splněny podmínky Eulerova tahu, je nutno některými hranami procházet vícekrát, v takovém případě se řeší úloha po minimalizaci součtu délek hran procházených vícekrát.

2.3.1.1 Nalezení eulerovského tahu

Věta: Necht' graf G je souvislý. Pak v grafu G existuje (ne)orientovaný uzavřený eulerovský tah právě tehdy, když pro každý vrchol v platí $d^+(v) = d^-(v)$. Tedy počet hran, které do vrcholu vcházejí musí být roven počtu hran, které z vrcholu vycházejí.

Algoritmus

1. Začneme z libovolného vrcholu v_0 grafu G . Procházíme hranami grafu libovolně, ale tak, abychom žádnou hranou nešli dvakrát. Takto pokračujeme, dokud je to možné. Díky vlastnostem grafu G skončíme ve vrcholu v_0 . Nalezli jsme uzavřený tah.
2. Je-li tah eulerovský, algoritmus končí. Není-li tah eulerovský, pokračujeme krokem 3.
3. V grafu G existuje hrana, která v tahu neleží. Mezi v_0 a touto hranou existuje cesta a někde na této cestě existuje vrchol v_1 , kterým tah prochází a z něhož vychází nějaká nepoužitá hrana. V tomto vrcholu tah rozpojíme a začneme opět procházet nepoužitými hranami a tím tah prodlužovat. Toto prodlužování opět končí ve vrcholu v_1 . Navážeme novou část tahu na původní, čímž získáme uzavřený tah. Přejdeme na krok 2.
4. Tento postup opakujeme, dokud existuje hrana, která v tahu neleží.

2.3.2 Problém čínského pošťáka (listonoše)

Cílem úlohy je nalézt trasu listonoše tak, aby prošel každou ulicí právě jednou, vrátil se na výchozí místo a náklady (délka cesty) byly co nejmenší.

V teorii grafů to znamená nalézt nejlevnější eulerovský tah na souvislém, neorientovaném, hranově ohodnoceném grafu.

Eulerovský tah nemusí existovat v každém grafu. Pokud takový tah v grafu neexistuje, je nutné některými hranami procházet dvakrát nebo i vícekrát. Lze však dokázat, že nejkratší sled prochází každou hranou pouze jedenkrát nebo dvakrát. Hledáme tedy sled, v němž je nejmenší součet délek hran, které jsou procházeny opakovaně.

Klíčem k řešení úlohy je rozdělit vrcholy s lichým stupněm do dvojic, a to tak, aby součet délek nejkratších cest mezi vrcholy ve dvojicích byl nejmenší. Z toho vyplývá, že hledáme

nejlevnější perfektní párování v (pomocném) úplném grafu K , jehož vrcholy jsou všechny vrcholy lichého stupně původního grafu G a délky hran grafu K jsou délky nejkratších cest v grafu G .

Algoritmus

1. V grafu G najdeme množinu vrcholů L s lichým stupněm.
2. Pro každou dvojici vrcholů (u, v) z množiny L spočítáme délku nejkratší cesty z vrcholu u do vrcholu v . Tuto délku označíme $l(u, v)$.
3. Na množině L definujeme úplný graf K . Hrany tohoto grafu jsou ohodnoceny délkami $l(u, v)$.
4. V tomto grafu najdeme nejlevnější perfektní párování P (tzv. přiřazovací problém – řešení např. maďarským algoritmem viz. níže).
5. Pro každou dvojici vrcholů u a v , která je spojena hranou z párování P , přidáme ke grafu G kopie hran, které tvoří nejkratší cestu mezi vrcholy u a v . Získáme tak graf G' , který má všechny vrcholy sudého stupně.
6. V grafu G' sestrojíme eulerovský tah. Tento tah prochází všemi přidanými hranami. Nahradíme-li přidané hrany původními hranami, získáme nejkratší hledaný sled, který pokrývá všechny hrany grafu.

2.3.3 Clark Wright algoritmus – Metoda určování okružních jízd

Nejznámější heuristický algoritmus, který se používá pro řešení okružních jízd. Složitějším případem okružních jízd je situace, kdy máme k dispozici více dep s různým počtem vozidel. K řešení těchto úloh s více depy je pak výhodné použít algoritmus autorů Tillmana a Caina.

Algoritmus předpokládá síť vrcholů P_0 až P_n . P_0 je centrální sklad (depo), kde je umístěn dostatečný počet vozidel. P_1 až P_n jsou obsluhované vrcholy. Všechna vozidla mají stejnou kapacitu c . Každé vozidlo vyjíždí z depa a po obsluze vrcholů se vrací zpět do depa. Každý vrchol je obslužen jedním vozidlem. Náklady na přepravu z vrcholu P_i do P_j jsou d_{ij} . Požadavek na obsluhu vrcholu P_i je c_i . Každý vrchol je obslužen jedním vozidlem.

Výchozí situace: Každý vrchol je obsluhován jedním vozidlem vyjíždějícím z depa a vracějícím se do depa zpět. Tato výchozí situace je dále upravována a obsluhované vrcholy jsou podle hodnoty úspor spojovány do tras. Tím se snižují náklady na obsluhu vrcholů a zároveň se snižuje

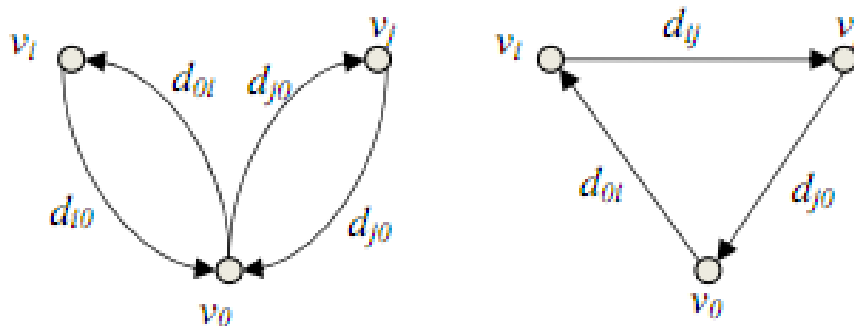
potřebný počet vozidel. Při každém spojení tras je nutné kontrolovat, zda požadavky ve vrcholech nepřevyšují kapacitu vozidla.

Tento algoritmus patří do kategorie heuristických metod. Ty oproti exaktním metodám, které spočívají v prověření všech variant řešení, vypočtení hodnoty kritéria pro každou z nich a výběru optimálního řešení, se u metod heuristických nezjišťují všechny varianty řešení. Obzvláště u složitých úloh pak může dojít k situaci, že získané řešení není optimální, ale pouze suboptimální, většinou je však optimálnímu řešení velmi blízké. Pro složité úlohy by ale bylo použití exaktních postupů neefektivní, proto se obvykle dává přednost heuristickým metodám a postupům.

Algoritmus

1. Pro všechna $i, j = 1, 2, \dots, n$ určit hodnoty $\lambda_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij}$. Hodnoty λ_{ij} vyjadřují úspory vzniklé spojením vrcholů v_i a v_j do jedné trasy. Situaci demonstruje obrázek číslo 13, kde v levé části obrázku vidíte výchozí řešení, pro které jsou náklady rovny

$d_{i0} + d_{0i} + d_{j0} + d_{0j}$. V pravé části je zobrazeno spojení dvou vrcholů do jedné trasy. Náklady jsou rovny $d_{0i} + d_{ij} + d_{j0}$. Prvky d_{ij} vyjadřující délku nejkratší cesty mezi vrcholem v_i a v_j , kterou získáme z distanční matice.



Obrázek č. 13: Znázornění úspor sloučením dvou tras do jedné

Hodnoty λ_{ij} sestavíme do přehledné tabulky.

Tabulka č. 2: Tabulka úspor

	v_0	v_1	v_2	v_3	...	v_n
v_0		d_{01}	d_{02}	d_{03}	...	d_{0n}
v_1	d_{10}		λ_{12}	λ_{13}	...	λ_{1n}
v_2	d_{20}	λ_{21}		λ_{23}	...	λ_{2n}
v_3	d_{30}	λ_{31}	λ_{32}		...	λ_{3n}
...
v_n	d_{n0}	λ_{n1}	λ_{n2}	λ_{n3}	...	

V první iteraci hodnoty v tabulce odpovídají výchozímu řešení, kdy je každý vrchol obsluhován jedním vozidlem. Řešení obsahuje n triviálních cyklů:

$$vk1 \quad \{\{v_0, v_1, v_0\}, \{v_0, v_2, v_0\}, \dots, \{v_0, v_n, v_0\}\}.$$

2. Označíme S množinu všech orientovaných hran současného řešení. Pro současné řešení určíme hodnoty γ_i :

- $\gamma_i = 0$, jestliže hrana $[v_0, v_i] \wedge [v_i, v_0]$ nepatří do současného řešení
- $\gamma_i = 1$, jestliže hrana $[v_0, v_i] \vee [v_i, v_0]$ patří do současného řešení

Hodnota γ_i udává, zda vrchol v_i leží uprostřed nebo na kraji trasy. Má-li vrchol hodnotu $\gamma_i = 1$, nelze k němu připojit další vrchol, protože tento vrchol již leží uprostřed trasy. Pro výchozí řešení $\gamma_i = 1$, pro $i = 1, 2, \dots, n$.

Označíme $\{v_0, v_{k1}, v_{k2}, \dots, v_k, v_0\}$ množinu skladů obsluhovaných jedním automobilem v aktuálním řešení. Celkovou kapacitu v tomto cyklu označíme $Q\{v_0, v_{k1}, v_{k2}, \dots, v_k, v_0\}$. Necht' sklady v_i a v_j patří do dvou různých cyklů daných množinami: $\{v_0, v_i, v_{k2}, \dots, v_k, v_0\}$ a $\{v_0, v_j, v_{l2}, \dots, v_l, v_0\}$. K vytvoření nové, delší okružní jízdy spojením dvou kratších je zapotřebí splnění podmínek:

- $\alpha) \gamma_i = 1 \text{ a } \gamma_j = 1$
- $\beta) Q\{v_0, v_i, v_{k2}, \dots, v_{kr}\} + Q\{v_0, v_j, v_{l2}, \dots, v_{ls}\} \leq c$

Za předpokladu $\lambda_{ij} > 0$ a splnění podmínek α a β mohou nastat 3 situace:

- a) Sklad v_i je obsluhován samostatnou jízdou vozidla. Cyklus bude dán následujícími množinami vrcholů: $\{v_0, v_i, v_j, v_{l_2}, \dots, v_{j_s}, v_0\}$ nebo $\{v_0, v_{l_s}, \dots, v_{l_2}, v_j, v_i, v_0\}$
- b) Sklad v_j je obsluhován samostatnou jízdou vozidla. Cyklus bude dán následujícími množinami vrcholů $\{v_0, v_j, v_i, v_{k_2}, \dots, v_{k_r}, v_0\}$ nebo $\{v_0, v_{k_r}, \dots, v_{k_2}, v_i, v_j, v_0\}$.
- c) Sklady v_i a v_j jsou obsluhovány dvěma různými vozidly. Cyklus bude dán následujícími množinami vrcholů: $\{v_0, v_{l_s}, \dots, v_{l_2}, v_j, v_i, v_{k_2}, \dots, v_{k_r}, v_0\}$ nebo $\{v_0, v_{k_r}, \dots, v_{k_2}, v_i, v_j, v_{l_2}, \dots, v_{l_s}, v_0\}$

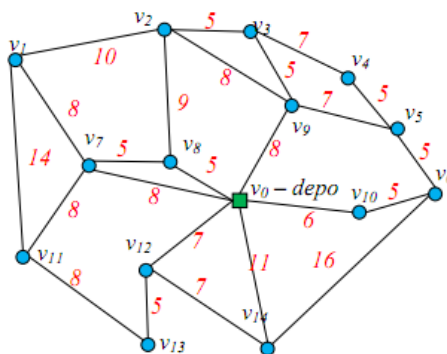
3. Zjistíme, zda existuje ještě nějaké $\lambda_{ij} > 0$, které dosud nebylo vybráno. Pokud existuje, přejdeme na krok 4. Pokud neexistuje, pokračujeme krokem 6.

4. Vybereme maximum z λ_{ij} , které ještě nebylo vybráno. Pro vybrané vrcholy testujeme platnost podmínek α a β . Pokud jsou tyto podmínky splněny, označíme toto λ_{ij} jako použitelné a pokračujeme krokem 5. Pokud alespoň jedna z podmínek α nebo β není splněna, označíme příslušné jako nepoužitelné a pokračujeme krokem 3.

5. Sjednotíme trasu do v_i a do v_j do jedné, určíme příslušná γ a pokračujeme krokem 3.

6. Obdržené řešení je (sub)optimálním řešením okružních jízd na síti.

Celý algoritmus bude demonstrován na jednoduchém příkladu. Je dán graf, který je souvislý, vrcholově i hranově ohodnocený. Ohodnocení vrcholů vyjadřuje kapacitu, ohodnocení hran jejich délku v km. Uvažujme homogenní vozový park s kapacitou vozidel $C = 25$, která jsou všechna umístěna v jednom depu. Na obrázku 14 je znázorněn graf, v příloze 1 je vypočtená matice nejkratších vzdáleností mezi jednotlivými vrcholy.



Obrázek č. 14: Vzorový graf

Náklady výchozího řešení, tedy řešení, kde je každý vrchol obsluhován samostatnou jízdou jsou 326 km.

Pro každý vrchol vypočteme hodnoty $\lambda_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij}$. Matice úspor je zobrazena v obrázku č. 15. Tato matice je souměrná podle hlavní diagonály.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}
v_1	0													
v_2	20	0												
v_3	14	22	0											
v_4	14	22	26	0										
v_5	7	15	17	31	0									
v_6	0	5	7	21	22	0								
v_7	16	8	2	1	1	0	0							
v_8	8	10	4	4	-4	0	8	0						
v_9	6	14	16	2	17	7	0	0	0					
v_{10}	0	0	0	11	12	12	0	0	0	0				
v_{11}	18	8	2	12	0	0	16	8	0	0	0			
v_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0		
v_{13}	6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	27	14	0	
v_{14}	0	0	0	10	1	1	0	0	0	0	7	11	11	0

Obrázek č. 15: Tabulka úspor

Nastavíme $\gamma_i = 1$ pro $i = 1, \dots, n$. Nalezneme maximální $\lambda_{ij} > 0$, které ještě nebylo vybráno (pokud existuje).

$\lambda_{4,5} = 31$ - Protože $c_4 + c_5 = 19 < C$, sloučíme vrchol v_4 a v_5 do jedné trasy $\{v_0, v_4, v_5, v_0\}$. Hodnoty γ_i se nezmění. Do kapacit vrcholů v_4 a v_5 přiřadíme jejich součet. $\lambda_{4,5}$ označíme jako prošlé.

$\lambda_{11,13} = 27$ - Protože $c_{11} + c_{13} = 14 < C$, sloučíme vrchol v_{11} a v_{13} do jedné trasy $\{v_0, v_{11}, v_{13}, v_0\}$. Hodnoty γ_i se nezmění. Do kapacit vrcholů v_{11} a v_{13} přiřadíme jejich součet. $\lambda_{11,13}$ označíme jako prošlé.

$\lambda_{3,4} = 26$ - Protože $c_4 + c_3 = 28 > C$, označíme $\lambda_{11,13}$ jako prošlé a pokračujeme dál.

$\lambda_{2,3} = 22$ - Protože $c_2 + c_3 = 19 < C$, sloučíme vrchol v_2 a v_3 do jedné trasy $\{v_0, v_2, v_3, v_0\}$. Hodnoty γ_i se nezmění. Do kapacit vrcholů v_2 a v_3 přiřadíme jejich součet. $\lambda_{2,3}$ označíme jako prošlé.

$\lambda_{2,4} = 22$ - Protože $c_2 + c_4 = 38 > C$, označíme $\lambda_{2,4}$ jako prošlé a pokračujeme dál.

Stejně tak součet kapacit vrcholů (v_5, v_6) a (v_4, v_6) je větší než kapacita vozidla.

$\lambda_{1,2} = 20$ - Protože $c_1 + c_2 = 25 = C$, sloučíme vrchol v_1 a v_2 do jedné trasy. Jelikož je vrchol v_2 součástí trasy $\{v_0, v_2, v_3, v_0\}$ vznikne trasa $\{v_0, v_1, v_2, v_3, v_0\}$. Do $\gamma_2 = 0$, do kapacit všech vrcholů vzniklé trasy přiřadíme součet kapacit v_1 a v_2 a λ_2 , označíme jako prošlé.

(v_1, v_{14}) , (v_3, v_5) , (v_5, v_9) , (v_1, v_7) a (v_3, v_9) nesplňují kapacitní podmínku.

$\lambda_{7,11} = 16$ - Protože $c_7 + c_{11} = 22 < C$, sloučíme vrchol v_7 a v_{11} do jedné trasy. Jelikož je vrchol v_{11} součástí trasy $\{v_0, v_{11}, v_{13}, v_0\}$ vznikne trasa $\{v_0, v_7, v_{11}, v_{13}, v_0\}$. Do $\gamma_{11} = 0$, do kapacit všech vrcholů vzniklé trasy přiřadíme součet kapacit v_7 a v_{11} a $\lambda_{7,11}$ označíme jako prošlé.

(v_2, v_5) , (v_1, v_3) , (v_1, v_4) , (v_2, v_9) , (v_{12}, v_{13}) a (v_{10}, v_5) nesplňují kapacitní podmínku.

$\lambda_{10,6} = 12$ - Protože $c_{10} + c_6 = 20 < C$, sloučíme vrchol v_{10} a v_6 do jedné trasy $\{v_0, v_{10}, v_6, v_0\}$. Hodnoty γ_i se nezmění. Do kapacit vrcholů v_{10} a v_6 přiřadíme jejich součet. $\lambda_{4,5}$ označíme jako prošlé.

(v_{11}, v_4) a (v_{10}, v_4) nesplňují kapacitní podmínku.

$\lambda_{12,14} = 11$ - Protože $c_{12} + c_{14} = 20 < C$, sloučíme vrchol v_{12} a v_{14} do jedné trasy $\{v_0, v_{12}, v_{14}, v_0\}$. Hodnoty γ_i se nezmění. Do kapacit vrcholů v_{12} a v_{14} přiřadíme jejich součet. $\lambda_{12,14}$ označíme jako prošlé.

(v_4, v_{13}) , (v_2, v_8) , (v_{12}, v_{11}) , (v_4, v_{14}) , (v_2, v_7) , (v_1, v_8) , (v_7, v_8) , (v_2, v_{11}) , (v_8, v_{11}) , (v_1, v_5) , (v_3, v_6) , (v_6, v_9) , (v_{11}, v_{14}) , (v_1, v_5) , (v_2, v_6) a (v_3, v_8) nesplňují kapacitní podmínku.

$\lambda_{4,8} = 4$ - Protože $c_4 + c_8 = 24 < C$, sloučíme vrchol v_4 a v_8 do jedné trasy. Jelikož je vrchol v_4 součástí trasy $\{v_0, v_4, v_5, v_0\}$ vznikne trasa $\{v_0, v_8, v_4, v_5, v_0\}$. Hodnota $\gamma_4 = 0$, do kapacit všech vrcholů vzniklé trasy přiřadíme součet kapacit v_4 a v_8 a $\lambda_{4,8}$ označíme jako prošlé.

(v_7, v_{13}) , (v_3, v_7) , (v_4, v_9) , (v_3, v_{11}) , (v_4, v_7) , (v_5, v_7) , (v_5, v_{14}) a (v_6, v_{14}) nesplňují kapacitní podmínku.

Neexistuje žádné $\lambda_{ij} > 0$, které ještě nebylo vybráno. Algoritmus končí.

Vzniklé trasy:

$\{v_0, v_8, v_4, v_5, v_0\}$	– náklady $5 + 21 + 5 + 16$	$= 47$ km
$\{v_0, v_{12}, v_{14}, v_0\}$	– náklady $7 + 7 + 11$	$= 25$ km
$\{v_0, v_{10}, v_6, v_0\}$	– náklady $6 + 5 + 11$	$= 22$ km
$\{v_0, v_7, v_{11}, v_{13}, v_0\}$	– náklady $8 + 8 + 8 + 12$	$= 36$ km
$\{v_0, v_1, v_2, v_3, v_0\}$	– náklady $16 + 10 + 5 + 13$	$= 44$ km
$\{v_0, v_9, v_0\}$	– náklady $8 + 8$	$= 16$ km

Součtem nákladů na jednotlivé trasy získáme celkové náklady získaného řešení, tedy $47 + 25 + 22 + 36 + 44 + 16 = 190$ km.

2.3.4 Úloha obchodního cestujícího (Travelling Salesman Problem)

V úplné dopravní síti (tj. síť, kde je každý uzel spojen úsekem s každým jiným uzlem) o n uzlech s nezáporným ohodnocením neorientovaných úseků C_{ij} se v uzlu i nachází obchodní cestující. Je třeba pro něho nalézt trasu s co nejmenším celkovým ohodnocením použitých úseků tak, aby navštívil každý uzel právě jednou a aby se vrátil zpět do výchozího uzlu. (Tato úloha je známá pod názvem úloha nejlevnější hamiltonovské kružnice na úplném grafu.)

Pro každý úsek zavedeme v každém směru bivalentní proměnnou X_{ij} . Úplná síť o n uzlech má $n(n-1)/2$ úseků a proměnných zde bude $n(n-1)$. Požadavek, aby obchodní cestující každý uzel navštívil právě jednou, můžeme vyjádřit tak, že součet použitých úseků vstupujících do uzlu j musí být roven jedné. Aby trasa byla souvislá, je třeba, aby z každého uzlu také právě jeden úsek vycházel. I to zabezpečíme tím, že pro každý uzel napíšeme podmínku, že počet použitých úseků vycházejících z uzlu do všech ostatních uzlů je roven jedné. To všechno však nestačí. Uvedeným podmínkám mohou totiž kromě přiřazených tras obchodního cestujícího vyhovovat i soustavy více disjunktivních kružnic. Například na úplné síti pro $n = 5$ bychom mohli dostat řešení složené z následujících jednotlivých bivalentních proměnných $X_{12} = 1$, $X_{21} = 1$ a $X_{34} = 1$, $X_{45} = 1$, $X_{53} = 1$. Snadno zjistíme, že co proměnné určují, není trasa obchodního cestujícího, ale dvě kružnice, které budeme dále nazývat podcykly. Zde tedy je zapotřebí sestavit takové podmínky, které by všechny podcykly zakázaly a přitom nezakázaly žádné přístupné řešení úlohy obchodního cestujícího (žádnou hamiltonovskou kružnici). Takových podmínek existuje několik

druhů a nazývají se anticyklíci podmínky. Dále ukážeme konstrukci alespoň dvou typů těchto podmínek:

- a) Prvním způsob jak zakázat podcyklus je založen na tom, že v podcyklu musí být vždy stejný počet použitých úseků a navštívených uzlů. Jakákoliv jiná trasa vedená přes množinu uzlů daného podcyklu, která tuto podmnožinu uzlů nepokrývá jedním nebo více podcykly, bude mít počet použitých úseků spojujících s uzly této podmnožiny menší než počet jejích uzlů. Toto se snadno dokáže, když uvážíme, že každý uzel podmnožiny opustíme právě jedním úsekem. Pokud se celá trasa neuzavírá jen mezi uzly podmnožiny, musí některý úsek končit jinde než v uzlu podmnožiny. Tedy, abychom zakázali podcyklus, jehož uzly by tvořily množinu S , která je vlastní podmnožinou (je neprázdnou částí, ale není rovna) množiny $\{1, \dots, n\}$, stačí napsat podmínku:

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} X_{ij} \leq |S| - 1 \quad \text{kde } |S| \text{ značí počet prvků množiny } S.$$

Tuto podmínku je ale nutno napsat pro každou vlastní podmnožinu, kromě nevlastních podmnožin (prázdné množiny a množiny $\{1, \dots, n\}$). Podmínky nemusíme psát pro jednoprvkové podmnožiny, pokud v modelu neuvažujeme proměnné X_{ij} . Celkem bude zapotřebí $2^n - n - 2$ podmínek. Z tohoto počtu je možno část ušetřit, když si uvědomíme, že existence podcyklu o větším počtu uzlů než $n/2$ v daném řešení znamená, že v tom samém řešení musí být obsažen jeden nebo více podcyklů s menším počtem uzlů než $n/2$.

- b) Druhá z možností je použít následující konstrukci:

zavedeme pro každý uzel $i = 2, \dots, n$ pomocnou proměnnou y_i a budeme uvažovat podmínky následujícího typu pro každou dvojici uzlů i, j různých od uzlu 1.

$$y_i - y_j + n \cdot X_{ij} \leq n - 1 \quad \text{pro } i, j = 2, \dots, n$$

Zde si uvědomíme, že pokud X_{ij} svými jednotkovými hodnotami určují v síti hamiltonovskou kružnici, tak vždy existují taková y_{ij} , která pro každou dvojici i, j tuto soustavu podmínek splňují. Stačí položit y_i rovno požadovanému číslu uzlu i na trase obchodního cestujícího. Potom pokud na trase následuje uzel j za uzlem i , bude $X_{ij} = 1$, $y_i = p$ a $y_j = p + 1$ a nerovnost bude splněna. Nebudou-li i a j v trase v uvedeném pořadí, bude $X_{ij} = 0$ a protože uzlů $2, \dots, n$ je celkem $n - 1$, nemůže být rozdíl jejich pořadí větší než $n - 1$.

Nyní uvedené podmínky zakáží každý podcyklus. Necht' s je množina uzlů nějakého podcyklu, tedy $|S| < n$. Vypíšeme podmnožinu podmínek, které odpovídají sousedním indexům uzlů tak, jak jdou v podcyklu po sobě. Sečteme – li je, tak vzhledem k tomu, že hodnoty proměnných X_{ij} pro úseky podcyklu jsou rovny jedné, dostaneme $n|S| \leq (n-1)*|S|$.

Z tohoto je zřejmé, že podcyklus uzavřený přes všechny uzly z S soustavy podmínek nevyhovuje. Model úlohy obchodního cestujícího s prvním typem anticyklických podmínek bude:

$$\text{minimalizujte } X() = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} * X_{ij}$$

$$\begin{aligned} \text{za podmínky:} \quad & \sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 && \text{pro } j = 1, \dots, n \\ & \sum_{i=1}^n X_{ij} = \sum_{i=1}^n X_{ji} && \text{pro } j = 1, \dots, n \\ & \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} X_{ij} \leq |S| - 1 && \text{pro } S \subseteq \{2, \dots, n\} \\ & X_{ij} \in \{0, 1\} && \text{pro } i, j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Zdroj [2]

2.3.5 Úloha trasování (capacitated vehicle rating problem)

K dispozici je popis náhradní dopravní sítě (úplná síť) s maticí vzdáleností $\{d_{ij}\}$ mezi jednotlivými objekty sítě $J' = J \cup \{s\}$, kde J je množina zákazníků s aktuálními denními požadavky b_j a kde s je umístění skladu, z něhož mají být zákazníci zásobováni okružními jízdami vozidel. K dispozici je množina vozidel R , kde každé vozidlo $r \in R$ má kapacitu K_r . Každé vozidlo může být použito nejvýše jednou a v případě, že je použito, vyjíždí a vrací se do skladu s . Úkolem je navrhnout pro dopravní park R takovou množinu tras vozidel (okružních jízd), aby jejich celková délka byla minimální a aby každý zákazník byl uspokojen jedinou návštěvou vozidla, a aby kapacita žádného vozidla nebyla překročena.

Model této úlohy bude:

$$\text{minimalizujte } \sum_{r \in R} \sum_{i \in J'} \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq i}} d_{ij} * X_{ijr} \quad (1)$$

za podmínek:

$$\sum_{i \in R} \sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} X_{ijr} = 1 \quad \text{pro } j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} X_{ijr} = \sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} X_{jir} \quad \text{pro } j \in J', r \in R \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} b_j \sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} X_{ijr} \leq Kr \quad \text{pro } r \in R \quad (4)$$

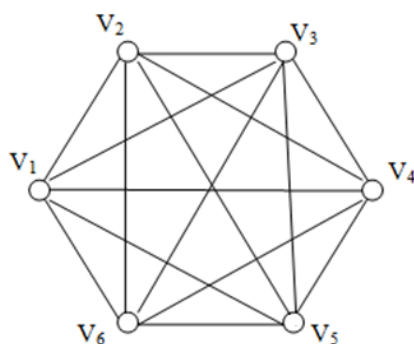
$$\sum_{j \in S} \sum_{\substack{i \in S \\ i \neq j}} X_{ijr} \leq |S| - 1 \quad \text{pro } r \in R, S \subseteq J, |S| \geq 2 \quad (5)$$

$$X_{ijr} \in \{0, 1\} \quad \text{pro } r \in R, i \in J', j \in J', i \neq j \quad (6)$$

Zde (1) vyjadřuje celkovou délku náhradních úseků, které byly použity, podmínky (2) zabezpečují, aby každý zákazník byl navštíven právě jednou jedním vozidlem, (3) zabezpečují podmínku, že každé vozidlo, které vjede do uzlu j z něho také vyjede, (4) zabezpečují, že požadavky zákazníků přiřazených vozidlu r nepřesáhnou jeho kapacitu a podmínky (5), tzv. anticyklíci podmínky zabezpečují, aby trasa vozidla tvořila jedinou kružnici v grafu náhradní dopravní sítě, a aby tato kružnice procházela umístěním skladu s .

2.4 Řešení úlohy obchodního cestujícího

Pro řešení úlohy obchodního cestujícího se využívá Littlův algoritmus. Jeho popis je poměrně komplikovaný, a proto je vysvětlen na příkladu, který je zadán následujícím obrázkem spolu s maticí vzdáleností.



Obrázek č. 16 : Grafické znázornění obsluhovaných míst

Tabulka č. 3 : Matice vzdáleností

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
V ₁	∞	8	8	6	9	2
V ₂	9	∞	1	4	7	3
V ₃	11	4	∞	5	2	1
V ₄	6	3	2	∞	2	8
V ₅	3	3	9	4	∞	4
V ₆	1	3	16	6	3	∞

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

1. krok Littlova algoritmu spočívá ve vybrání nejmenších prvků jednotlivých řádků matice. Toto minimum následně odečteme od všech prvků daného řádku. Tak se objeví v každém řádku matice alespoň jedna nula.

2. krok je obdobný. Totéž provedeme i pro sloupce.

Odečítané prvky jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka č. 4: Matice A

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	Min
V ₁	∞	8	8	6	9	2	2
V ₂	9	∞	1	4	7	3	1
V ₃	11	4	∞	5	2	1	1
V ₄	6	3	2	∞	2	8	2
V ₅	3	3	9	4	∞	4	3
V ₆	1	3	16	6	3	∞	1
Min	1	3	1	4	2	1	

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

Po odečtení minimálních prvků z jednotlivých řádků a sloupců vznikne následující matice.

Tabulka č. 5: Matice B

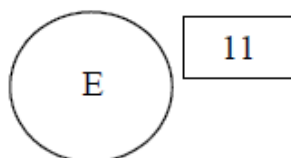
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
V_1	∞	6	6	3	7	0
V_2	8	∞	0	2	6	2
V_3	10	3	∞	3	1	0
V_4	4	1	0	∞	0	6
V_5	0	0	6	0	∞	1
V_6	0	2	15	4	2	∞

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

Součet všech minimálních prvků z 1. a 2. kroku algoritmu, udává ohodnocení kořene stromu řešení. Hodnota kořene stromu vyjadřuje skutečnost, že žádná hamiltonovská kružnice grafu nebude mít menší hodnotu než právě toto ohodnocení.

V tomto případě je ohodnocení $2+1+1+2+3+1+0+0+0+1+0+0=11$.

3. krok je názorné vytvoření kořene stromu.



Zdroj:
Studijní materiály, Ing. Brázdová

Obrázek č. 17: Kořen stromu

4. krok spočívá v ohodnocení všech nul v nově vzniklé matici. Ohodnocení je rovno součtu minimálního prvku příslušného řádku a sloupce, přičemž právě ohodnocovanou nulu nebereme na zřetel.

Matice s ohodnocenými nulami vypadá takto:

Tabulka č. 6: Matice C

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
V ₁	∞	6	6	3	7	0 ³
V ₂	8	∞	0 ²	2	6	2
V ₃	10	3	∞	3	1	0 ¹
V ₄	4	1	0 ⁰	∞	0 ¹	6
V ₅	0 ⁰	0 ¹	6	0 ²	∞	1
V ₆	0 ²	2	15	4	2	∞

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

5. krok: Vybereme nulu s maximálním ohodnocením. Maximální ohodnocení (3) má nula na pozici (v1, v6). Tato pozice určuje vlastnost, podle které proběhne větvení stromu. Strom se bude dělit na dvě větve. Jedna větev bude znázorňovat hamiltonovskou kružnici, která hranu (v1, v6) obsahuje (tuto vlastnost značíme E16), druhá větev tuto hranu obsahovat nebude (E₁₆).

6. krok: Rozvineme strom o vrchol s vlastností E₁₆. Vrchol ohodnotíme tak, že k ohodnocení předchůdce přičteme ohodnocení nuly, podle které provádíme větvení stromu.

Ohodnocení větve E₁₆ je 11+3=14.

7. krok: Rozvineme strom o vrchol s vlastností E₁₆. Než přistoupíme k ohodnocení této varianty, vrátíme se k matici a upravíme ji. Z matice vypustíme řádek a sloupec, který obsahuje nulu s maximálním ohodnocením - tedy řádek v1 a sloupec v6. Dále je třeba zabránit tomu, aby v některém z následujících kroků algoritmu nedošlo k uzavření kružnice dříve, než bude obsahovat všechny vrcholy grafu. To provedeme následujícím způsobem: na pozici, která by uzavření hamiltonovské kružnice umožňovala, vložíme ∞ . V tomto případě se jedná o pozici (v6, v1).

Tabulka č. 7: Matice D

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
V ₂	8	∞	0	2	6
V ₃	10	3	∞	3	1
V ₄	4	1	0	∞	0
V ₅	0	0	6	0	∞
V ₆	∞	2	15	4	2

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

8. krok opakuje první dva kroky algoritmu - v každém řádku a sloupci odečíst minimální prvek pokud neobsahuje 0.

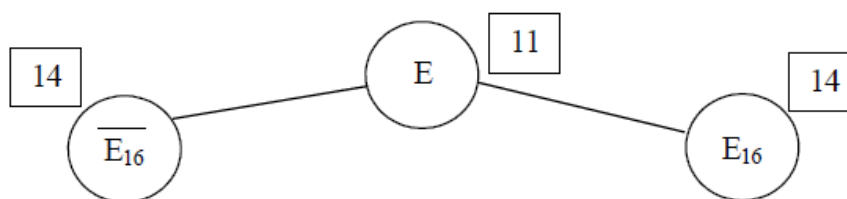
Tabulka č. 8: Matice E

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
V_2	8	∞	0	2	6
V_3	9	2	∞	2	0
V_4	4	1	0	∞	0
V_5	0	0	6	0	∞
V_6	∞	0	13	2	0

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

9. krok je ohodnocením větve stromu s vlastností E_{16} . Ohodnocení je rovno součtu ohodnocení vrcholu, ze kterého vycházíme, a prvků, které jsme museli v nové matici odečíst, aby obsahovala v každém řádku a každém sloupci alespoň jednu nulu. Ohodnocení E_{16} je $11+1+2=14$.

Zakreslíme obě větve stromu.



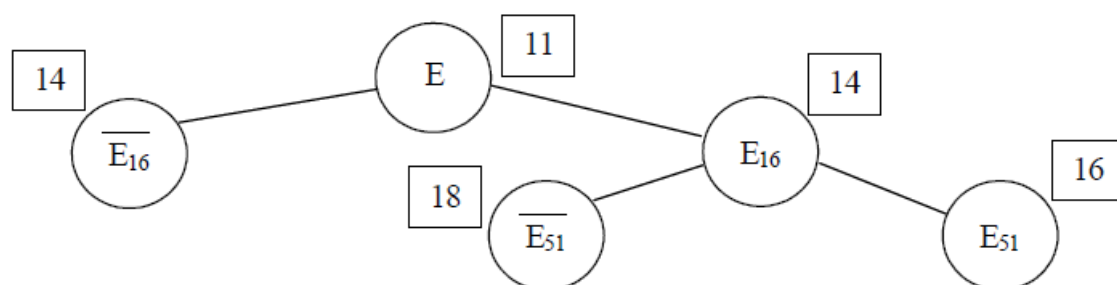
Obrázek č. 18: Strom 1

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

Strom dále větvíme vždy z té větve, která má nejnižší ohodnocení.

Pokud více větví stromu má ohodnocení stejné, větvíme dále tu část, která hranu do kružnice zařazuje. V tomto případě pokračujeme dále z větve E_{16} - vyhledáme matici, která odpovídá této vlastnosti, tj. že hranu (v_1, v_6) do kružnice zařadíme (matice E). V této matici pokračujeme krokem č. 4 a celý postup opakuje.

Nový strom vypadá takto:



Obrázek č. 19: Strom

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

Nyní má nejnižší ohodnocení větev $\overline{E_{16}}$. Strom musíme tedy dále větvit odsud (E_{16}). Vyhledáme poslední matici, která odpovídala této vlastnosti, tj. že hranu (v_1, v_6) do kružnice nebudeme zařazovat. Skutečnost, že hranu do kružnice nezařadíme, vyjádříme tak, že na pole v_1, v_6 vložíme ∞ .

Matice po úpravě:

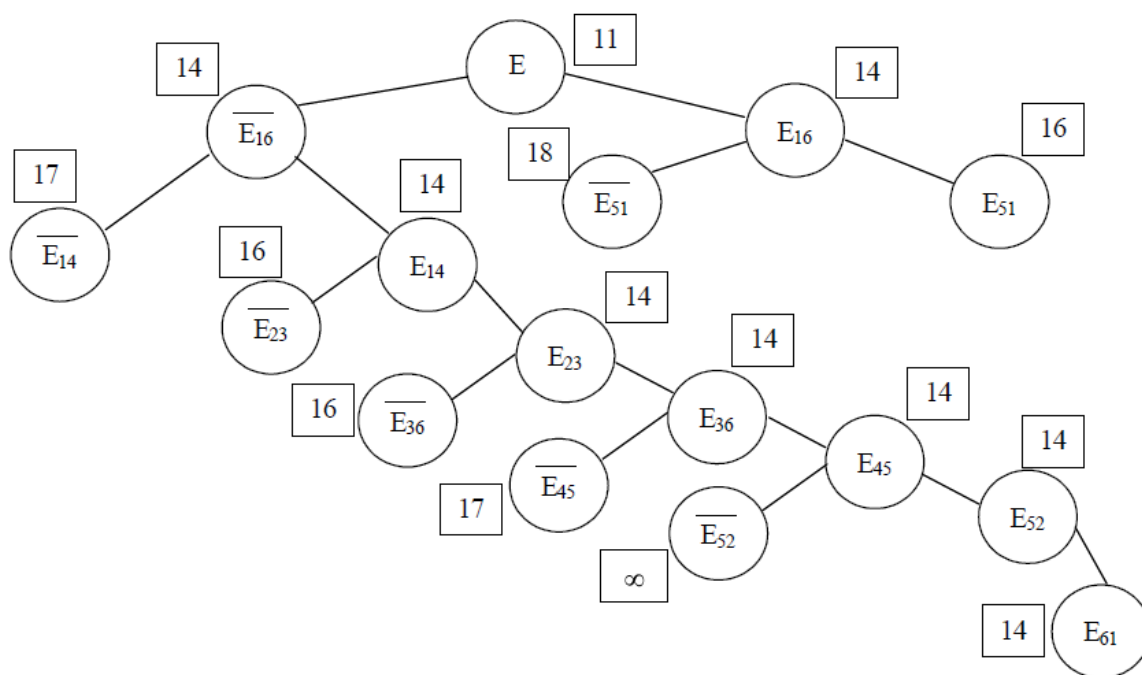
Tabulka č. 9: Matice F

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
V_1	∞	6	6	3	7	∞
V_2	8	∞	0	2	6	2
V_3	10	3	∞	3	1	0
V_4	4	1	0	∞	0	6
V_5	0	0	6	0	∞	1
V_6	0	2	15	4	2	∞

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

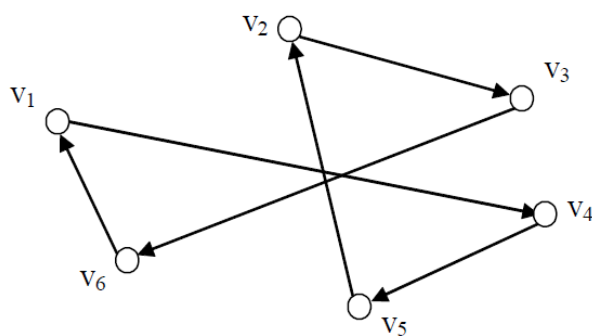
Dále opakujeme jednotlivé kroky algoritmu a postupně kreslíme další větve stromu.

Výsledný strom daného příkladu je znázorněn na následujícím obrázku.



Obrázek č. 20: Výsledný strom Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

Ze stromu řešení lze určit, které hrany hamiltonovská kružnice obsahuje. Po stromu řešení se vracíme od naposledy zařazené větve až ke kořeni stromu, přitom větve které v kružnici zařazené nejsou (E_{16}) vynecháváme. Hamiltonovskou kružnici v tomto případě tvoří hrany (v_6, v_1) , (v_5, v_2) , (v_4, v_5) , (v_3, v_6) , (v_2, v_3) a (v_1, v_4) .



Obrázek č. 21: Hamiltonovská kružnice Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

Délku minimální hamiltonovské kružnice zjistíme opět ze stromu řešení. Tuto délku udává ohodnocení větve s tou hranou, kterou jsme kružnici uzavřeli. Stejný údaj můžeme zjistit i jiným způsobem, a to z původní matice sazeb. Sečteme prvky v této matici na pozicích, které odpovídají hranám zařazeným do kružnice.

Výpočet délky minimální hamiltonovské kružnice

Tabulka č.10 : Délka hamiltonovské kružnice

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
V ₁	∞	8	8	6	9	2
V ₂	9	∞	1	4	7	3
V ₃	11	4	∞	5	2	1
V ₄	6	3	2	∞	2	8
V ₅	3	3	9	4	∞	4
V ₆	1	3	16	6	3	∞

Zdroj: Studijní materiály, Ing. Brázdová

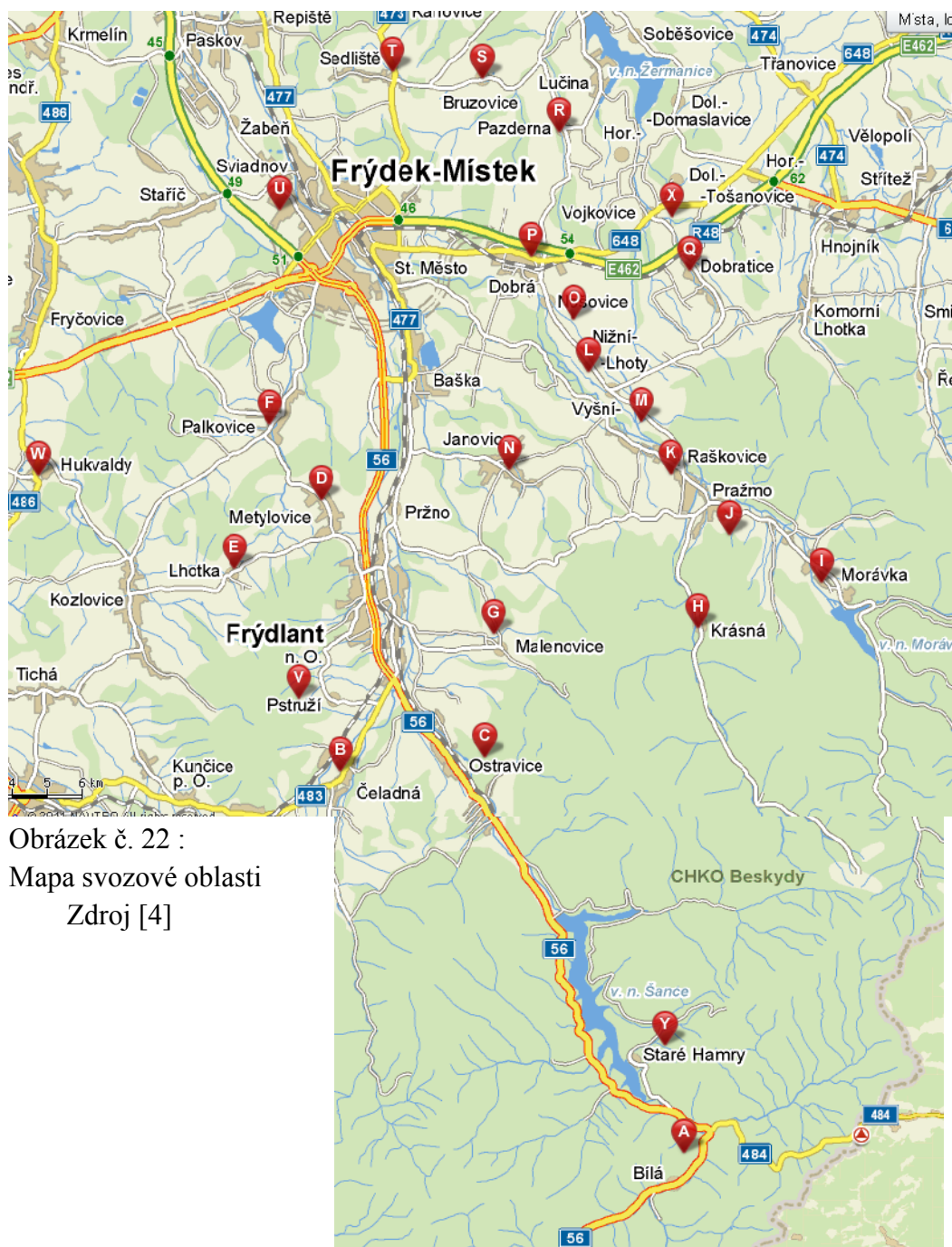
Minimální hamiltonovská kružnice má délku $6+1+1+2+3+1=14$.

Hlavní problém s využitím této metody pro svoz jiného druhu odpadu jinou firmou je neuvažování omezené kapacity vozidla. Tento problém řeší Clark – Wrightova metoda.

3 Návrh tras popelářských vozů

3.1. Svozová oblast Frýdecko – Místeko

Na základě zadání společností Frýdecká skládka a.s. bylo vybráno 25 spádových obcí, pro které společnost provádí svoz veškerého komunálního odpadu, tedy svoz směsného komunálního odpadu, využitelných složek komunálního odpadu, objemného odpadu a nebezpečného odpadu.



Obrázek č. 22 :
Mapa svozové oblasti
Zdroj [4]

3.1.1 Charakteristika svozu tříděného odpadu

Využitelné složky komunálního odpadu jsou svázeny z přilehlých obcí města Frýdek – Místek v různých intervalech během celého roku. Intenzita svozu je různá podle druhu odpadu.. Mezi tříděné odpady s vyšší intenzitou svozu patří především plasty a následně papír. Mezi tříděné odpady s nižší intenzitou svozu patří sklo – barevné i bílé. V následující tabulce je zachycen harmonogram sběru odpadu a objem produkce jednotlivých složek tříděného odpadu.

Tabulka č. 11 : Harmonogram svozu a objem svezeneho tříděného odpadu z vybraných obcí

obec	počet svozů za rok				objem svezeneho odpadu při jednom svozu [m3]			
	Sklo	Sklo bílé	Papír	Plasty	Sklo	Sklo bílé	Papír	Plasty
Bílá	9	6	12	20	4	2	3	16
Bruzovice	6	6	26	35	3	3	3	9
Čeladná	12	6	12	37	12	19	39	41
Dobrá	12	6	17	52	14	10	28	39
Dobratice	6	6	12	29	11	5	7	24
Hukvaldy	12	12	18	32	9	9	17	41
Janovice	12	0	12	29	11	0	18	27
Krásná	6	6	6	26	10	6	2	17
Lhotka	6	6	12	32	5	4	9	17
Malenovice	12	0	12	29	7	0	5	16
Metylovice	6	3	6	52	12	9	31	27
Morávka	6	6	17	35	14	8	9	21
Nižní Lhoty	6	6	12	32	1	1	5	6
Nošovice	12	6	26	35	4	3	10	16
Ostravice	12	6	0	39	11	6	0	37
Palkovice	12	6	26	52	15	15	27	55
Pazderna	12	0	6	31	2	0	6	5
Pražmo	12	6	17	52	4	4	8	11
Pstruží	12	6	12	32	7	3	18	19
Raškovice	12	6	17	52	8	6	22	25

Staré Hamry	9	0	0	20	9	0	0	30
Sedliště	12	6	26	52	4	6	10	14
Sviadnov	12	6	26	29	6	6	20	17
Vojkovice	12	6	17	29	3	2	4	17
Vyšní Lhoty	12	6	17	39	3	3	7	10

Tabulka č. 12 : Objemové hmotnosti vybraných odpadů při sběru

Druh odpadu	kg / m ³
Směsný papír (karton, noviny, obaly a ostatní papír)	55
Směsné plasty (PET lahve, fólie, ostatní plasty)	21 – 28
Sklo	256 - 345

Zdroj [8]

3.2 Postup práce při návrhu nové svozové trasy

Sestavení nové svozové trasy pro svoz separovaného odpadu nebylo jednoduchým úkolem. Jedná se o složitý koordinační a výpočetní problém, který by nebylo možné řešit bez pomoci výpočetní techniky. V autorově práci pomocí výpočetního programu XPRESS. V případě „ručního“ řešení, by tento úkol byl neefektivní, velmi složitý a hlavně časově velmi náročný. V této práci byl zvolen časově efektivnější postup řešení dané úlohy a to pomocí aplikace určené pro řešení tohoto a dalších typů dopravních úloh. Tato aplikace zajistí efektivní řešení úlohy. V následující osnově je shrnuta posloupnost jednotlivých kroků při sestavování nové svozové trasy tříděného odpadu.

Postup při sestavování svozové trasy:

1. Shromáždění a interpretace vstupních dat,
2. práce s aplikací XPRESS
 - a) editování dopravní sítě
 - b) popis dopravní sítě
 - c) vytvoření obsluhovaných vrcholů v dopravní síti

3. zadání parametru

4. vygenerování nové svozové trasy.

3.3 Shromáždění a interpretace vstupních dat

Prvním krokem při sestavování nových svozových tras bylo shromáždění potřebných vstupních dat, bez kterých by nebylo možné tuto úlohu řešit. Jednalo se především o informace týkající se obsluhovaných vrcholů, tedy o rozmístění jednotlivých sběrných nádob na území obcí, dále umístění centrálního stanoviště a v neposlední řadě také výběr svozové techniky pro samotný svoz odpadu.

V případě této práce se jedná o svozovou dopravní úlohu s jedním centrálním stanovištěm (depem), kam je všečen odpad svážen a dále s obslužnými vrcholy, které představují rozmístění jednotlivých sběrných nádob na dopravních sítích obcí.

Základním předpokladem pro řešení této úlohy je znalost přesných pozic, (kdy přesnou pozici sběrné nádoby je myšleno její reálné umístění na dopravní síti s tolerancí přibližně do 10m), všech sběrných nádob na území obcí. Tyto informace, týkající se pozic sběrných nádob, poskytli starostové jednotlivých obcí (kromě obce Staré Hamry). Obecní úřady evidují počty sběrných nádob a jejich rozmístění, ale bylo nutné téměř všechna místa fyzicky navštívit a konkrétní pozice nádob zaznamenat do předem připravených mapových podkladů.. V této části postupu svozové trasy byla práce o to náročnější, že autor neznal místní podmínky obcí, což podstatně stěžovalo lokalizaci sběrných nádob.

Jedním z hlavních vstupních parametrů bylo stanovení centrálního stanoviště, kam je veškerý odpad svážen. Centrální stanoviště bylo umístěno do sídla společnosti Frýdek - Místek, Panské Nové Dvory 3559, kde je zároveň skládka odpadů.

Dalším důležitým vstupním parametrem je výběr svozové techniky pro svoz separovaného odpadu. Je to velmi důležitý článek v celém procesu plánování svozu odpadu. V modelových případech, kterými se zabývá tato práce, byla volena stejná svozová technika, kterou v současnosti společnost disponuje a zároveň ji využívá pro svoz odpadu. Společnost vlastní celou řadu svozových automobilů, které jsou určeny pro svoz veškerých komunálních odpadů, tedy nejen tříděných odpadů, ale také směsných odpadů, což činí vozidla flexibilními. Vozový park společnosti Frýdecká skládka a.s. představují především vozidla tovární značky MAN s různými typy nástaveb. U většiny vozidel jsou použity lisovací nástavby s lineárním stlačováním odpadu od společnosti Zoller Systems, s.r.o.. Pouze v jednom případě vlastní

společnost vozidlo s hydraulickou rukou. Základní technické parametry vozidla a lisovací nástavby jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 13 : Technické parametry svozového vozidla a lisovací nástavby

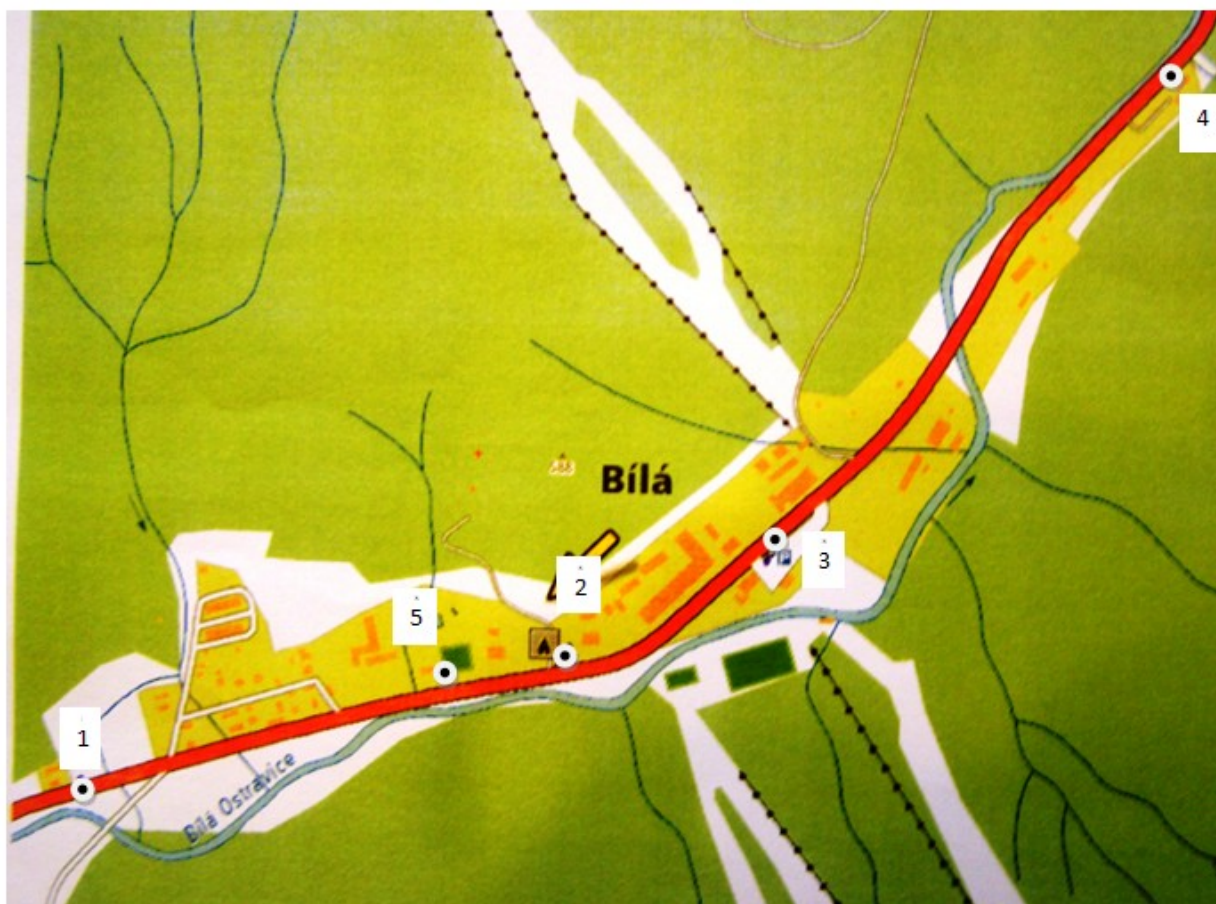
Svozové vozidlo	
Tovární značka	MAN
Celková délka	9590 mm
Šířka	2500 mm
Výška	3600 mm
Provozní hmotnost	15700 kg
Povolená hmotnost	26000 kg
Užitečná hmotnost	10300 kg
Lisovací nástavba	
Druh (typ)	Zoller Medium XL
Objem nástavby	21 m ³
Hmotnost nástavby	6100 kg
Doba nakládacího cyklu	20 s
Doba vyložení	30 s
Zhutnění (závisí na druhu odpadu)	1 : 6
Stanovená doba obslužení sběrné nádoby	2 min

Zdroj [10, 11]

3.4 Stanovení okružních jízd

Stěžejní část práce spočívá ve stanovení jednotlivých okružních jízd, které by měly zajistit optimalizaci svozu komunálního odpadu. Optimalizace je matematická úloha, jejímž cílem je nalezení takových hodnot proměnných, pro které daná funkce dosahuje extrémních (minimálních či maximálních) hodnot. Jinými slovy je optimalizace proces výběru nejlepší varianty z množství možných jevů.

V následující části autor předkládá data a mapové podklady jednotlivých obcí s konkrétním rozmístěním nádob na separovaný odpad, uvádí vzdálenosti mezi jednotlivými nádobami a za pomoci programu XPRESS navrhuje trasy jízd v jednotlivých obcích.



Obrázek č. 23 : Bílá

Měřítko 1 : 12 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 14 : Nádobý v obci Bílá

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	2z	1z		1z
2	1z	1z		
3	2z	2z		1z
4	2z	2z		
5	3z	2z	2z	

Tabulka č. 15 : Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5
1	0	1	1,38	2,5	0,72
2	1	0	0,42	1,62	0,24
3	1,38	0,42	0	1,26	0,72
4	2,5	1,62	1,26	0	1,86
5	0,72	0,24	0,72	1,86	0

Xpress pro Hamiltonovu kružnici:

```
model "Bila"
```

```
uses "mmxprs"; !gain access to the Xpress-Optimizer solver
```

```
declarations
```

```
node=1..5
```

```
N=5
```

```
c: array(node, node) of real
```

```
x: array(node, node) of mpvar
```

```
y: array(node) of mpvar
```

```
end-declarations
```

```
c::[0, 1, 1.38, 2.5, 0.72,  
1, 0, 0.42, 1.62, 0.24,  
1.38, 0.42, 0, 1.26, 0.72,  
2.5, 1.62, 1.26, 0, 1.86,  
0.72, 0.24, 0.72, 1.86, 0]
```

```
cesta:=sum(i in 1..5, j in 1..5 | j <> i) c(i,j)*x(i,j)
```

```
forall(j in node) sum(i in node | i <> j) x(i,j)=1
```

```
forall(j in node) sum(k in node | k <> j) x(j,k)=1
```

```
forall(i in 2..N, j in 2..N | i <> j) y(j)-y(i)+N*x(i,j)<=N-1
```

```
forall( i in node, j in node | i <> j) x(i,j) is_binary
```

```
forall(i in 2..N) y(i) is_integer
```

```
minimize (cesta)
```

```
writeln("cesta=", getobjval)
```

```
writeln("")
```

```
forall(i in node, j in node | getsol (x(i,j))>0) writeln("x(", i, ", ", j, ") = ", getsol (x(i,j)))
```

```
end-model
```

Výstup:

$x(1,4) = 1$ $x(2,5) = 1$ $x(3,2) = 1$ $x(4,3) = 1$ $x(5,1) = 1$

cesta=5.14 km

Trasa: 1 - 4 - 3 - 2 - 5 - 1

V dalším textu jsou uvedeny pouze konečné výsledky z programu Xpress. V modelu se mění jen vstupní hodnoty a to v deklaraci a v podmínce.

```
declarations
```

```
node=
```

```
N=
```

```
c::[
```

```
cesta:=sum(i in 1., j in 1. | j <> i) c(i,j)*x(i,j)
```



Obrázek č. 24 : Bruzovice

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 16: Nádoby v obci Bruzovice

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	3k	2z	2k	1z
2	2k	2z		
3	2k	1z	1k	1z
4	1k	1z	1k	
5	1k	1z		
6	1k	1z		1z
7	1k			

Tabulka č. 17: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1,68	3	4,08	4,97	2,4	0,48
2	1,68	0	1,32	2,4	3,29	0,72	1,32
3	3	1,32	0	1,08	2,16	0,72	2,71
4	4,08	2,4	1,08	0	1,32	1,73	3,7
5	4,97	3,29	2,16	1,32	0	2,59	4,56
6	2,4	0,72	0,72	1,73	2,59	0	2
7	0,48	1,32	2,71	3,7	4,56	2	0

Výstup z Xpressu:

cesta=10.47 km

Trasa: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 1

Obrázek č. 25: Čeladná (z důvodu rozměrnosti v příloze) měřítko 1 : 14 500

Tabulka č. 18: Nádobý v obci Čeladná

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	2			
2	1			
3	1	1	1	1
4	3			
5	1		2	
6	1	1		
7	1			
8	1	1		1
9	2			
10	1			
11	2	1		2
12	1	1	1	1
13	2	2	2	
14	1	1		
15	1	1	1	1
16	1	1	1	
17	2		2	1
18	4	1	1	2
19	2		2	2
20	2	2	2	2
21	2		2	2
22	1	1		1
23	2	1	1	1
24	1			1
25	1	1	1	1
26	1	1		1

Xpress pro Hamiltonovu kružnici:

cesta=19.3 km

Trasa:

**1 – 18 – 13 – 6 – 2 – 14 – 12 – 21 – 4 – 5 – 15 – 16 – 9 – 7 – 8 – 3 – 11 – 22 – 26 – 24 – 23 –
25 – 20 – 10 – 19 – 17 – 1**

Tabulka č. 19: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	0	0,65	2,64	3	5,1	0,73	3,11	2,97	3,19	0,94	2,9	1,16	0,36	1,6	5,08	2,97	0,15	0,15	0,73	0,94	1,45	2,61	1,23	1,81	1,23	2,7
2	0,65	0	2,13	2,39	4,5	0,44	2,76	2,61	2,76	1,6	2,25	1,02	0,75	1,09	4,35	2,71	0,87	0,8	1,45	1,16	1,96	1,86	0,58	1,16	0,8	1,96
3	2,64	2,13	0	1,74	2,32	1,96	0,8	0,54	0,73	3,34	0,8	1,6	2,39	1,09	2,32	0,65	2,65	2,16	3,19	3,34	2,16	2,47	2,32	2,17	2,65	2,53
4	3	2,39	1,74	0	2,76	2,03	1,6	1,67	1,74	2,76	2,54	1,38	2,03	1,89	2,9	1,74	2,32	2,29	2,55	3,26	1,31	3,63	2,9	3,19	3,19	3,77
5	5,1	4,5	2,32	2,76	0	4,13	1,74	1,89	1,74	5,37	2,9	3,7	4,5	3,48	0,3	1,77	4,79	4,7	5,22	5,66	4,21	4,89	4,79	4,57	5,08	4,93
6	0,73	0,44	1,96	2,03	4,13	0	2,47	2,32	2,49	1,52	2,18	0,73	0,51	0,92	4,21	2,39	0,78	0,73	1,45	1,38	1,52	2,17	0,94	1,45	1,19	2,18
7	3,11	2,76	0,8	1,6	1,74	2,47	0	0,19	0,22	3,7	1,48	1,99	2,78	1,7	1,74	3,63	3,18	3,05	3,55	3,84	2,68	3,19	3,15	2,97	3,34	3,28
8	2,97	2,61	0,54	1,67	1,89	2,32	0,19	0	0,15	3,77	1,38	2,10	2,9	1,74	1,69	3,7	3,17	3,18	3,6	3,89	2,83	2,97	2,97	2,78	3,32	3,25
9	3,19	2,76	0,73	1,74	1,74	2,49	0,22	0,15	0	3,84	1,36	2,1	2,93	1,74	1,68	0,07	3,19	3,13	3,67	3,92	2,83	3,09	3,02	2,9	3,36	3,26
10	0,94	1,6	3,34	2,76	5,37	1,52	3,7	3,77	3,84	0	3,65	1,74	0,94	2,39	5,37	3,7	0,73	0,8	0,15	1,16	1,45	3,41	1,96	2,68	1,96	3,44
11	2,9	2,25	0,8	2,54	2,9	2,18	1,48	1,38	1,36	3,65	0	2,07	2,68	1,22	2,76	1,31	2,97	2,9	3,55	3,41	3,19	1,81	2,22	1,81	2,29	1,93
12	1,16	1,02	1,6	1,38	3,7	0,73	1,99	2,10	2,1	1,74	2,07	0	0,83	0,87	3,7	2,03	1,1	1,06	1,7	1,96	1,16	2,54	1,48	1,89	1,74	2,61
13	0,36	0,75	2,39	2,03	4,5	0,51	2,78	2,9	2,93	0,94	2,68	0,83	0	1,49	4,5	2,76	0,29	0,25	0,83	1,23	1,19	2,68	1,31	1,91	1,45	2,71
14	1,6	1,09	1,09	1,89	3,48	0,92	1,7	1,74	1,74	2,39	1,22	0,87	1,49	0	3,34	1,64	1,74	1,67	2,32	2,22	2,07	1,78	1,31	1,35	1,6	1,89
15	5,08	4,35	2,32	2,9	0,3	4,21	1,74	1,69	1,68	5,37	2,76	3,7	4,5	3,34	0	1,74	4,79	4,64	5,26	5,58	4,21	4,64	4,71	4,67	5,08	4,71
16	2,97	2,71	0,65	1,74	1,77	2,39	3,63	3,7	0,07	3,7	1,31	2,03	2,76	1,64	1,74	0	3,12	3,07	3,63	3,83	2,76	3,12	2,93	2,83	3,26	3,15
17	0,15	0,87	2,65	2,32	4,79	0,78	3,18	3,17	3,19	0,73	2,97	1,1	0,29	1,74	4,79	3,12	0	0,07	0,61	1,02	1,31	2,71	1,33	1,96	1,45	2,78
18	0,15	0,8	2,16	2,29	4,7	0,73	3,05	3,18	3,13	0,8	2,9	1,06	0,25	1,67	4,64	3,07	0,07	0	0,73	0,97	1,38	2,64	1,23	1,89	1,38	2,73
19	0,73	1,45	3,19	2,55	5,22	1,45	3,55	3,6	3,67	0,15	3,55	1,7	0,83	2,32	5,26	3,63	0,61	0,73	0	1,13	1,45	3,26	1,89	2,61	1,93	3,34
20	0,94	1,16	3,34	3,26	5,66	1,38	3,84	3,89	3,92	1,16	3,41	1,96	1,23	2,22	5,58	3,83	1,02	0,97	1,13	0	2,32	2,54	1,23	1,93	1,06	2,61
21	1,45	1,96	2,16	1,31	4,21	1,52	2,68	2,83	2,83	1,45	3,19	1,16	1,19	2,07	4,21	2,76	1,31	1,38	1,45	2,32	0	3,63	2,39	2,9	2,61	3,7
22	2,61	1,86	2,47	3,63	4,89	2,17	3,19	2,97	3,09	3,41	1,81	2,54	2,68	1,78	4,64	3,12	2,71	2,64	3,26	2,54	3,63	0	1,45	0,73	1,52	0,15
23	1,23	0,58	2,32	2,9	4,79	0,94	3,15	2,97	3,02	1,96	2,22	1,48	1,31	1,31	4,71	2,93	1,33	1,23	1,89	1,23	2,39	1,45	0	0,73	0,29	1,45
24	1,81	1,16	2,17	3,19	4,57	1,45	2,97	2,78	2,9	2,68	1,81	1,89	1,91	1,35	4,67	2,83	1,96	1,89	2,61	1,93	2,9	0,73	0,73	0	0,87	0,8
25	1,23	0,8	2,65	3,19	5,08	1,19	3,34	3,32	3,36	1,96	2,29	1,74	1,45	1,6	5,08	3,26	1,45	1,38	1,93	1,06	2,61	1,52	0,29	0,87	0	1,52
26	2,7	1,96	2,53	3,77	4,93	2,18	3,28	3,25	3,26	3,44	1,93	2,61	2,71	1,89	4,71	3,15	2,78	2,73	3,34	2,61	3,7	0,15	1,45	0,8	1,52	0

Obrázek č. 26 : Dobrá (z důvodů rozměrnosti v příloze) měřítko 1 : 24 000

Tabulka č. 20: Nádobý v obci Dobrá

	plasty	sklo	papír	bílé sklo
1	2k	1z	3z	1z
2	2k	2z	1z	1z
3	1k	1z	1z	
4	1k	1z	1z	
5	3k	2z	2z	1z
6	1k	1z		
7	2k	1z		1z
8	1k	1z	1z	1z
9	1k		2z	1z
10	3k	2z	1z	1z
11	5k	2z	3z	1z
12	1k	1z	1z	
13	2k	1z	1z	
14	3k	2z	1z	1z
15	1k	1z		1z
16	1k	1z		
17	2k	1		1z
18	1k	1z	1z	
19	2k	1z	1z	
20	2k		1z	
21	1k			

Výstup z Xpressu:

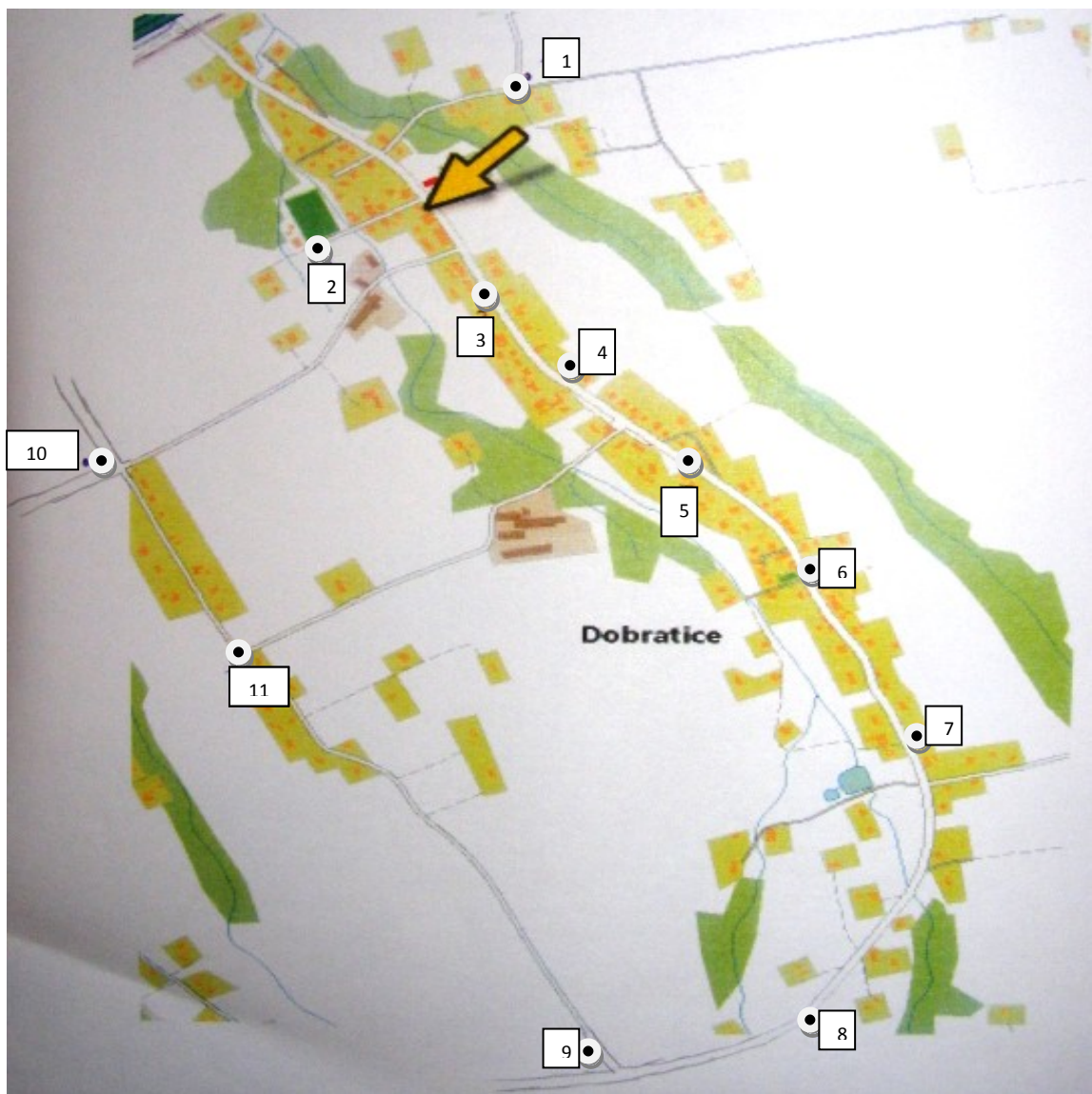
cesta=25.56 km

Trasa:

1 – 19 – 7 – 3 – 6 – 10 – 17 – 11 – 13 – 14 – 5 – 4 – 18 – 12 – 16 – 20 – 2 – 21 – 9 – 8 – 15 – 1

Tabulka č. 21: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	0,84	2,28	1,08	1,2	4,6	0,72	0,48	0,6	2,64	1	3,48	1,8	2,76	0,6	3	1,56	1,56	0,48	0,72	0,72
2	0,84	0	1,92	1,82	1,8	3,89	0,36	0,36	0,24	1,8	0,84	4,08	1,92	2,88	0,96	3,72	0,96	2,33	0,36	0,24	0,12
3	2,28	1,92	0	3,84	4,08	4,32	1,68	2,04	2,04	2,28	2,88	6	3,84	4,8	2,76	5,52	2,88	3,6	1,92	2,16	2,06
4	1,08	1,82	3,84	0	0,72	5,76	1,92	1,56	1,68	3,6	2,4	3,02	1,92	2,16	1,2	2,64	2,4	0,77	1,56	1,68	1,73
5	1,2	1,8	4,08	0,72	0	6,72	1,8	1,44	1,68	3,6	1,44	3,84	1,32	1,68	0,96	3,36	2,04	1,32	1,56	1,68	1,63
6	4,6	3,89	4,32	5,76	6,72	0	5,04	5,32	5,28	3	5,28	9,84	6	6,96	5,64	9,12	4,8	7,44	5,16	5,28	5,23
7	0,72	0,36	1,68	1,92	1,8	5,04	0	0,36	0,26	1,92	1,2	4,92	2,16	3,12	1,08	4,65	1,27	2,64	0,24	0,48	0,19
8	0,48	0,36	2,04	1,56	1,44	5,32	0,36	0	0,19	2,16	0,72	4,68	1,8	2,64	0,72	4,2	1,08	2,4	0,24	0,24	0,24
9	0,6	0,24	2,04	1,68	1,68	5,28	0,26	0,19	0	1,99	0,84	4,8	1,8	2,76	0,84	4,32	1,06	2,52	0,24	0,24	0,12
10	2,64	1,8	2,28	3,6	3,6	3	1,92	2,16	1,99	0	2,33	6,96	3,29	4,32	2,64	6,48	1,68	4,68	2,35	2,16	2,01
11	1	0,84	2,88	2,4	1,44	5,28	1,2	0,72	0,84	2,33	0	6	1,08	2,04	1,08	4,8	0,72	0,36	1,68	1,2	1,44
12	3,48	4,08	6	3,02	3,84	9,84	4,92	4,68	4,8	6,96	6	0	6	5,28	4,44	3,36	6,2	2,4	4,8	4,92	4,85
13	1,8	1,92	3,84	1,92	1,32	6	2,16	1,8	1,8	3,29	1,08	6	0	0,96	1,69	5,52	2,16	3,6	2,52	2,16	2,4
14	2,76	2,88	4,8	2,16	1,68	6,96	3,12	2,64	2,76	4,32	2,04	5,28	0,96	0	2,4	4,8	2,88	3,12	3,24	3,12	3,36
15	0,6	0,96	2,76	1,2	0,96	5,64	1,08	0,72	0,84	2,64	1,08	4,44	1,69	2,4	0	4,8	1,44	2,64	1,44	0,72	1,08
16	3	3,72	5,52	2,64	3,36	9,12	4,65	4,2	4,32	6,48	4,8	3,36	5,52	4,8	4,8	0	5,76	2,28	4,44	0,48	4,56
17	1,56	0,96	2,88	2,4	2,04	4,8	1,27	1,08	1,06	1,68	0,72	6,2	2,16	2,88	1,44	5,76	0	3,84	1,56	1,08	1,03
18	1,56	2,33	3,6	0,77	1,32	7,44	2,64	2,4	2,52	4,68	0,36	2,4	3,6	3,12	2,64	2,28	3,84	0	2,4	2,88	2,76
19	0,48	0,36	1,92	1,56	1,56	5,16	0,24	0,24	0,24	2,35	1,68	4,8	2,52	3,24	1,44	4,44	1,56	2,4	0	0,6	0,24
20	0,72	0,24	2,16	1,68	1,68	5,28	0,48	0,24	0,24	2,16	1,2	4,92	2,16	3,12	0,72	0,48	1,08	2,88	0,6	0	0,24
21	0,72	0,12	2,06	1,73	1,63	5,23	0,19	0,24	0,12	2,01	1,44	4,85	2,4	3,36	1,08	4,56	1,03	2,76	0,24	0,24	0



Obrázek č. 27 : Dobratice

Měřítko 1 : 12 000 Zdroj [4]

Tabulka č. 22: Nádoby v obci Dobratice

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	2z	1z		
2	1z	1z		
3	1z	1z		
4	3z	2z	1z	1z
5	2z	1z	1z	1z
6	3z	2z	1z	1z
7	2z	1z		
8	2z	1z		
9	1z	1z		1z
10	1z	1z	1z	1z
11	1z	1z		

Tabulka č. 23 : Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0,5	0,42	0,6	0,79	1,08	1,44	1,92	1,92	1,08	1,2
2	0,5	0	0,3	0,5	0,76	1,04	1,38	1,74	1,68	0,6	0,84
3	0,42	0,3	0	0,18	0,48	0,78	1,14	1,53	1,56	0,78	0,82
4	0,6	0,5	0,18	0	0,28	0,6	0,96	1,38	1,38	0,84	0,78
5	0,79	0,76	0,48	0,28	0	0,3	0,66	1,12	1,2	1,02	0,84
6	1,08	1,04	0,78	0,6	0,3	0	0,37	0,9	1,08	1,26	0,99
7	1,44	1,38	1,14	0,96	0,66	0,37	0	0,6	0,87	1,54	1,2
8	1,92	1,74	1,53	1,38	1,12	0,9	0,6	0	0,57	1,68	1,25
9	1,92	1,68	1,56	1,38	1,2	1,08	0,87	0,57	0	1,48	1,02
10	1,08	0,6	0,78	0,84	1,02	1,26	1,54	1,68	1,48	0	0,46
11	1,2	0,84	0,82	0,78	0,84	0,99	1,2	1,25	1,02	0,46	0

Výstup z Xpressu:

cesta=5.3 km

Trasa:

1 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 11 – 10 – 2 – 1

Obrázek č. 28: Hukvaldy (z důvodu rozměrnosti v příloze) Měřítko 1 : 1 200

Tabulka č. 24: Nádobý v obci Hukvaldy

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	3k	1z	1k	1z
2	3k	1z	1k	1z
3	3k	1z	1k	1z
4	2k	1z		1z
5	3k	2z	2k	1z
6	2k	1z	1k	
7	1k	1z		
8	5k	1z	1k	1z
9	4k	1z	1k	1z
10	2k	1z	1k	1z
11	2k	1z	1k	1z
12	2k		2k	
13	2k		2k	
14	2k		1k	

Tabulka č. 25: Vzdálenosti [km]

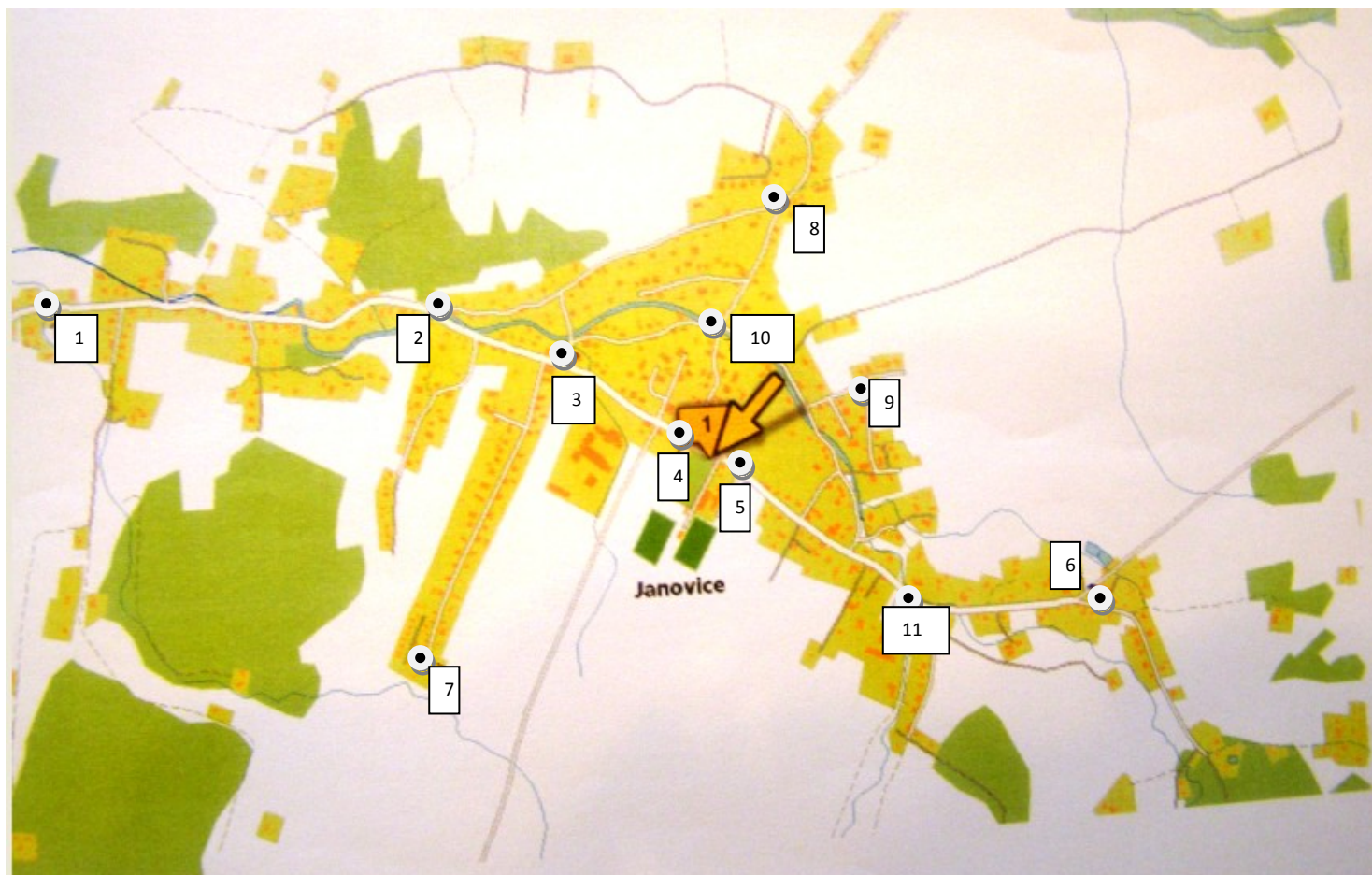
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0,91	1,68	3,72	2,76	3,18	3,42	1,8	1,02	1,36	1,5	0,9	2,29	2,1
2	0,91	0	0,72	2,8	3,72	4,14	4,32	2,58	1,86	2,28	2,46	1,86	3,24	2,88
3	1,68	0,72	0	3,6	4,44	4,92	5,16	3,48	2,52	3	3,18	2,59	3,96	3,6
4	3,72	2,8	3,6	0	0,9	1,38	2,88	1,56	2,8	0,6	0,4	1,02	0,48	2,64
5	2,76	3,72	4,44	0,9	0	0,54	1,92	2,52	3,72	1,44	1,28	1,92	0,48	3,48
6	3,18	4,14	4,92	1,38	0,54	0	2,04	3	4,2	1,92	1,74	2,34	0,96	4,08
7	3,42	4,32	5,16	2,88	1,92	2,04	0	2,64	3,84	2,76	3	2,88	2,4	3,6
8	1,8	2,58	3,48	1,56	2,52	3	2,64	0	1,2	1,08	1,26	1,08	2,04	1,02
9	1,02	1,86	2,52	2,8	3,72	4,2	3,84	1,2	0	2,28	2,52	2,16	3	1,2
10	1,36	2,28	3	0,6	1,44	1,92	2,76	1,08	2,28	0	0,18	0,42	1,02	2,04
11	1,5	2,46	3,18	0,4	1,28	1,74	3	1,26	2,52	0,18	0	0,6	0,8	2,28
12	0,9	1,86	2,59	1,02	1,92	2,34	2,88	1,08	2,16	0,42	0,6	0	1,44	2,04
13	2,29	3,24	3,96	0,48	0,48	0,96	2,4	2,04	3	1,02	0,8	1,44	0	3,06
14	2,1	2,88	3,6	2,64	3,48	4,08	3,6	1,02	1,2	2,04	2,28	2,04	3,06	0

Výstup z Xpressu:

cesta=14.4

Trasa:

1 – 2 – 3 – 9 – 14 – 8 – 7 – 6 – 5 – 13 – 4 – 11 – 10 – 12 – 1



Tabulka č. 26: Nádoby v obci Janovice

	plast	sklo	papír
1	2z	1z	1z
2	1z	1z	1z
3	3z	1z	1z
4	2z	2z	2z
5	2z	1z	2z
6	2z	1z	1z
7	1z	1z	2z
8	2z	1z	1z
9	2z	1z	1z
10	2z	1z	1z
11	2z	1z	1z

Obrázek č. 29: Janovice

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 27: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	1,56	2,09	2,54	2,78	4,32	2	2,95	3,24	2,66	3,6
2	1,56	0	0,57	1,08	1,32	2,81	1,3	1,44	1,75	1,13	2,16
3	2,09	0,57	0	0,57	0,79	2,3	1,27	1,03	1,2	0,6	1,68
4	2,54	1,08	0,57	0	0,24	1,73	1,32	0,96	0,72	0,38	1,08
5	2,78	1,32	0,79	0,24	0	1,51	1,39	1	0,6	0,53	0,84
6	4,32	2,81	2,3	1,73	1,51	0	2,66	1,92	1,2	1,8	0,72
7	2	1,3	1,27	1,32	1,39	2,66	0	2,21	2,02	1,68	1,92
8	2,95	1,44	1,03	0,96	1	1,92	2,21	0	0,72	0,53	1,56
9	3,24	1,75	1,2	0,72	0,6	1,2	2,02	0,72	0	0,6	1,25
10	2,66	1,13	0,6	0,38	0,53	1,8	1,68	0,53	0,6	0	1,27
11	3,6	2,16	1,68	1,08	0,84	0,72	1,92	1,56	1,25	1,27	0

Výstup z Xpressu:

cesta=10.3 km

Trasa:

1 – 2 – 3 – 10 – 8 – 9 – 6 – 11 – 5 – 4 – 7 – 1

Tabulka č. 29: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	3,67	2,02	3,48	2,45	1,44	1,58	1,75	1,97	0,63	0,38	0,41	2,16	0,79
2	3,67	0	5,52	0,17	1,34	4,99	5,16	5,23	5,28	3,42	3,36	3,84	5,28	4,44
3	2,02	5,52	0	5,42	4,27	0,6	0,48	0,36	0,72	2,09	2,23	1,68	1,2	1,2
4	3,48	0,17	5,42	0	1,32	4,87	5,04	5,16	5,02	3,36	3,26	3,74	5,21	4,27
5	3,45	1,34	4,27	1,32	0	3,74	3,84	3,96	3,96	2,16	2,06	2,59	3,96	3,17
6	1,44	4,99	0,6	4,87	3,74	0	0,12	0,48	0,84	1,61	1,68	1,2	1,32	0,65
7	1,58	5,16	0,48	5,04	3,84	0,12	0	0,36	0,84	1,75	1,8	1,27	1,3	0,79
8	1,75	5,23	0,36	5,16	3,96	0,48	0,36	0	0,42	1,75	1,92	1,37	0,91	1,08
9	1,97	5,28	0,72	5,02	3,96	0,84	0,84	0,42	0	1,8	2,02	1,56	0,48	1,37
10	0,63	3,42	2,09	3,36	2,16	1,61	1,75	1,75	1,8	0	0,26	0,48	1,9	1,08
11	0,38	3,36	2,23	3,26	2,06	1,68	1,8	1,92	2,02	0,26	0	0,48	2,06	1,13
12	0,41	3,84	1,68	3,74	2,59	1,2	1,27	1,37	1,56	0,48	0,48	0	1,73	0,65
13	2,16	5,28	1,2	5,21	3,96	1,32	1,3	0,91	0,48	1,9	2,06	1,73	0	1,73
14	0,79	4,44	1,2	4,27	3,17	0,65	0,79	1,08	1,37	1,08	1,13	0,65	1,73	0

Výstup z Xpressu:

cesta=12.78 km

Trasa:

1 – 4 – 2 – 5 – 11 – 10 – 13 – 9 – 8 – 3 – 7 – 6 – 14 – 12 – 1



Obrázek č. 31 : Lhotka
Výstup z Xpressu:

Měřítko 1 : 12 000

Zdroj [4]

cesta=2.87 km

Trasa:

1 – 4 – 3 – 2 -1

69

Tabulka č. 30: Nádoby
v obci Lhotka

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	6k	1z	2z	2z
2	4k	1z	1z	1z
3	2k	1z	1z1	1z
4	2k	1z	1z	1z

Tabulka č. 31: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4
1	0	0,48	0,99	0,41
2	0,48	0	0,66	0,9
3	0,99	0,66	0	1,32
4	0,41	0,9	1,32	0



Tabulka č. 32: Nádobý
v obci Malenovice

	plast	sklo	papír
1	1z	1z	
2	1z	1z	
3	1z	1z	1z
4	1z	1z	1z
5	1z	1z	1z
6	2z	2z	
7	1z	1z	
8	2z	2z	

Obrázek č. 32 : Malenovice

Měřítko 1 : 12 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 33: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0,53	1,16	1,26	1	1,56	1,73	0,9
2	0,53	0	0,64	0,72	0,63	1,12	1,2	0,48
3	1,16	0,64	0	0,12	0,68	0,68	0,6	0,46
4	1,26	0,72	0,12	0	0,67	0,72	0,54	0,59
5	1	0,63	0,68	0,67	0	1,36	1,2	0,91
6	1,56	1,12	0,68	0,72	1,36	0	0,48	0,66
7	1,73	1,2	0,6	0,54	1,2	0,48	0	0,88
8	0,9	0,48	0,46	0,59	0,91	0,66	0,88	0

Výstup z Xpressu:

cesta=4.49 km

Trasa:

1 – 2 – 8 – 6 – 7 – 4 – 3 – 5 – 1

Obrázek č. 33: Metylovice (z důvodu rozměrnosti je mapa v příloze) Měřítko 1 : 7 260

Tabulka č. 34: Nádoby v obci Metylovice

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	3k	1z	2z	1z
2	1k	1z	1z	1z
3	2k	1z	1z	1z
4	3k	1z	1z	1z
5	1k			
6	3k	2z	2z	1z
7	1k	1z	2z	1z
8	2k	1z	1z	1z
9	2k	1z	1z	1z
10	1k	1z	1z	1z
11	3k	1z	1z	1z
12	1k	1z	2z	1z
13	2k	1z	2z	1z
14	1k	1z	1z	1z
15	2k	1z	2z	1z
16	2k	1z	2z	1z
17	1k	1z	1z	1z
18	1k	1z	1z	1z

Výstup z Xpressu:

cesta=12.58 km

Trasa:

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 8 – 7 – 9 – 12 – 14 – 16 – 15 – 13 – 11 – 10 – 17 – 18 – 1

Tabulka č. 35: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	0,7	1,09	2,18	2,34	2,9	3,12	3,05	3,63	3,78	4,07	4,36	3,49	4,65	5,44	4,79	2,54	2,25
2	0,7	0	0,8	1,96	2,11	2,61	2,83	2,9	3,27	3,48	3,78	4	3,63	4,21	5,01	4,71	2,4	2,18
3	1,09	0,8	0	1,16	1,31	1,86	2,03	2,14	2,54	2,61	2,9	3,28	2,9	3,49	4,21	3,88	1,67	1,45
4	2,18	1,96	1,16	0	0,16	0,73	0,94	0,98	1,42	1,63	1,89	2,18	2	2,4	3,27	2,83	0,62	0,8
5	2,34	2,11	1,31	0,16	0	0,58	0,84	0,84	1,31	1,49	1,82	2,06	1,98	2,4	3,19	2,72	0,58	0,91
6	2,9	2,61	1,86	0,73	0,58	0	0,29	0,33	0,76	0,98	1,31	1,53	1,56	1,85	2,65	2,25	0,44	0,98
7	3,12	2,83	2,03	0,94	0,84	0,29	0	0,36	0,47	0,69	1,02	1,23	1,31	1,56	2,4	1,96	0,47	1,02
8	3,05	2,9	2,14	0,98	0,84	0,33	0,36	0	0,65	0,94	1,23	1,96	1,67	1,74	2,76	2,18	0,73	1,31
9	3,63	3,27	2,54	1,42	1,31	0,76	0,47	0,65	0	0,33	0,58	0,8	0,94	1,09	1,92	1,45	0,87	1,31
10	3,78	3,48	2,61	1,63	1,49	0,98	0,69	0,94	0,33	0	0,29	0,87	0,65	0,91	1,71	1,27	0,98	1,31
11	4,07	3,78	2,9	1,89	1,82	1,31	1,02	1,23	0,58	0,29	0	0,69	0,58	0,58	1,38	0,94	1,29	1,56
12	4,36	4	3,28	2,18	2,06	1,53	1,23	1,96	0,8	0,87	0,69	0	1,27	0,91	1,45	1,63	1,66	2,11
13	3,49	3,63	2,9	2	1,98	1,56	1,31	1,67	0,94	0,65	0,58	1,27	0	0,94	1,45	1,31	1,34	1,45
14	4,65	4,21	3,49	2,4	2,4	1,85	1,56	1,74	1,09	0,91	0,58	0,91	0,94	0	0,87	0,4	1,89	2,18
15	5,44	5,01	4,21	3,27	3,19	2,65	2,4	2,76	1,92	1,71	1,38	1,45	1,45	0,87	0	0,51	2,69	2,9
16	4,79	4,71	3,88	2,83	2,72	2,25	1,96	2,18	1,45	1,27	0,94	1,63	1,31	0,4	0,51	0	2,69	3,41
17	2,54	2,4	1,67	0,62	0,58	0,44	0,47	0,73	0,87	0,98	1,29	1,66	1,34	1,89	2,69	2,69	0	0,54
18	2,25	2,18	1,45	0,8	0,91	0,98	1,02	1,31	1,31	1,31	1,56	2,11	1,45	2,18	3,41	3,41	0,54	0

Obrázek č. 34: Morávka (z důvodu rozměrnosti v příloze)

Měřítko 1 : 24 000

Tabulka č. 36: Nádobý v obci Morávka

	plast	sklo	papír	bíle sklo
1	1k	1z	1z	1z
2	1k	1z	1z	1z
3	1k	1z		
5	1k	1z		
6	1k	1z		
8	4k	2z	2z	2z
9	1k	1z		
12	1k	1z		
13	3k	2z	1z	1z
14	1k	1z	1z	
15		1z		
16	2k	2z	2z	2z
17	1k	1z	1z	1z
18	1z	1z	1z	1z

Výstup z Xpressu:

cesta=12.78 km

Trasa:

1 – 18 – 17 – 14 – 16 – 13 – 15 – 12 – 9 – 8 – 6 – 5 – 3 – 2 – 1

Tabulka č. 37: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	5	6	8	9	12	13	14	15	16	17	18
1	0	2,16	3,72	4,08	4,56	4,32	3,91	5,11	5,04	5,9	4,87	5,04	5,42	4,56
2	2,16	0	1,68	2,09	2,47	2,4	1,92	3,02	3,12	4,15	3,12	3,12	3,6	2,88
3	3,72	1,68	0	0,84	1,08	1,25	0,96	1,44	1,8	2,88	1,8	1,99	2,4	2,06
5	4,08	2,09	0,84	0	0,36	0,43	0,36	1,03	0,96	2,16	1	1,15	1,58	1,32
6	4,56	2,47	1,08	0,36	0	0,36	0,65	0,72	0,67	1,8	0,67	0,72	1,27	1,27
8	4,32	2,4	1,25	0,43	0,36	0	0,43	1,08	0,73	1,73	0,58	0,79	1,2	0,89
9	3,91	1,92	0,96	0,36	0,65	0,43	0	1,32	1,1	2,21	0,96	1,2	1,63	1,13
12	5,11	3,02	1,44	1,03	0,72	1,08	1,32	0	0,89	1,8	0,96	1,2	1,44	1,84
13	5,04	3,12	1,8	0,96	0,67	0,73	1,1	0,89	0	1,1	0,12	0,29	0,62	1
14	5,9	4,15	2,88	2,16	1,8	1,73	2,21	1,8	1,1	0	1,2	0,96	0,53	1,44
15	4,87	3,12	1,8	1	0,67	0,58	0,96	0,96	0,12	1,2	0	0,24	0,65	0,86
16	5,04	3,12	1,99	1,15	0,72	0,79	1,2	1,2	0,29	0,96	0,24	0	0,48	0,78
17	5,42	3,6	2,4	1,58	1,27	1,2	1,63	1,44	0,62	0,53	0,65	0,48	0	0,96
18	4,56	2,88	2,06	1,32	1,27	0,89	1,13	1,84	1	1,44	0,86	0,78	0,96	0



Obrázek č. 35: Nižní Lhoty

Měřítko 1 : 12 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 38: Nádoby

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	3k	1z	2z	1z
2	2k	1z	1z	1z

Tabulka č. 39: Vzdálenosti [km]

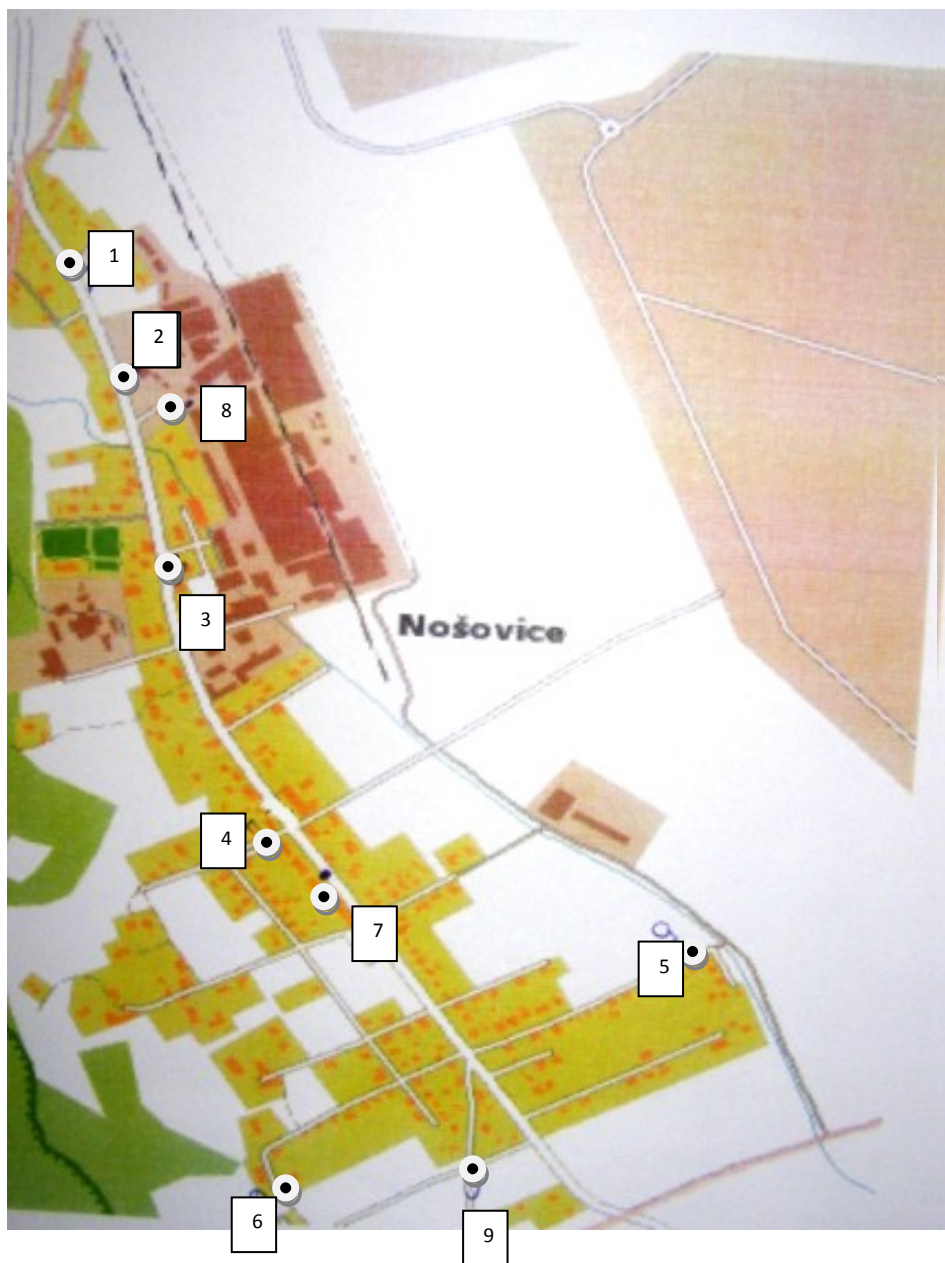
	1	2
1	0	0,55
2	0,55	0

Výstup z Xpressu:

cesta = 1,1 km

Trasa:

1 – 2



Tabulka č. 40: Nádobý
v obci Nošovice

	plast	sklo	papír	bílé
1	2k	1z	2k	1z
2	1k	1z	1k	
3	2k	1z	1k	1z
4	3k	1z	2k	1z
5	2k	1z	1k	1z
6	1k	1z	1k	
7	2k	1z	1k	
8	2k			
9	2k	1z	1k	

Obrázek č. 36: Nošovice

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 41: Vzdálenosti [km]

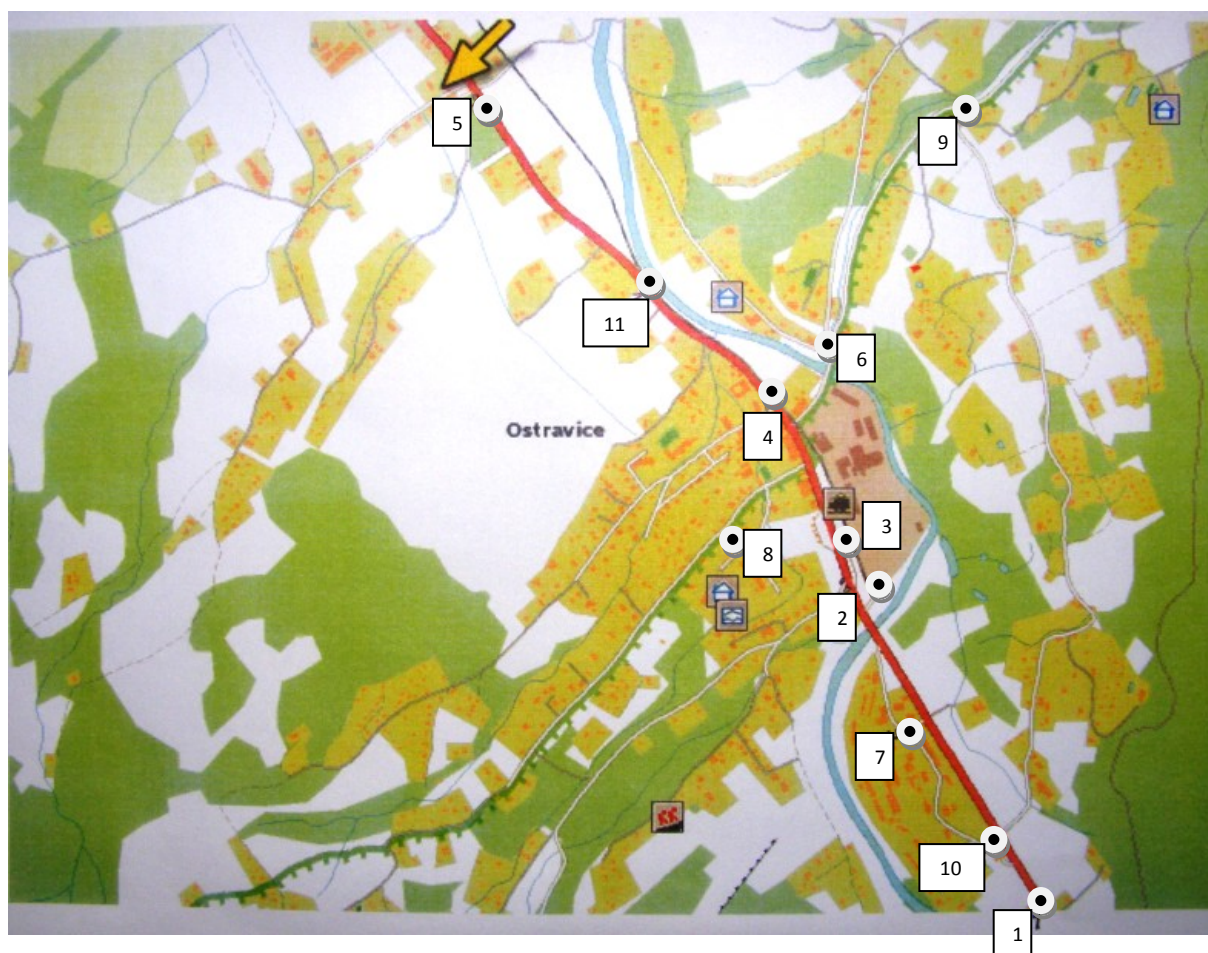
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0,36	0,86	1,8	2,78	2,88	1,94	0,55	2,95
2	0,36	0	0,55	1,44	2,42	2,52	1,58	0,24	2,59
3	0,86	0,55	0	0,89	1,97	1,97	1,03	0,43	2,04
4	1,8	1,44	0,89	0	1,32	1,08	0,19	1,3	1,18
5	2,78	2,42	1,97	1,32	0	1,44	1,15	2,32	0,94
6	2,88	2,52	1,97	1,08	1,44	0	1,01	2,4	0,6
7	1,94	1,58	1,03	0,19	1,15	1,01	0	1,44	1,01
8	0,55	0,24	0,43	1,3	2,32	2,4	1,44	0	2,45
9	2,95	2,59	2,04	1,18	0,94	0,6	1,01	2,45	0

Výstup z Xpressu:

cesta=7.39 km

Trasa:

1-8-3-4-7-6-9-5-2-1



Obrázek č. 37: Ostravice

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 42: Nádoby v obci

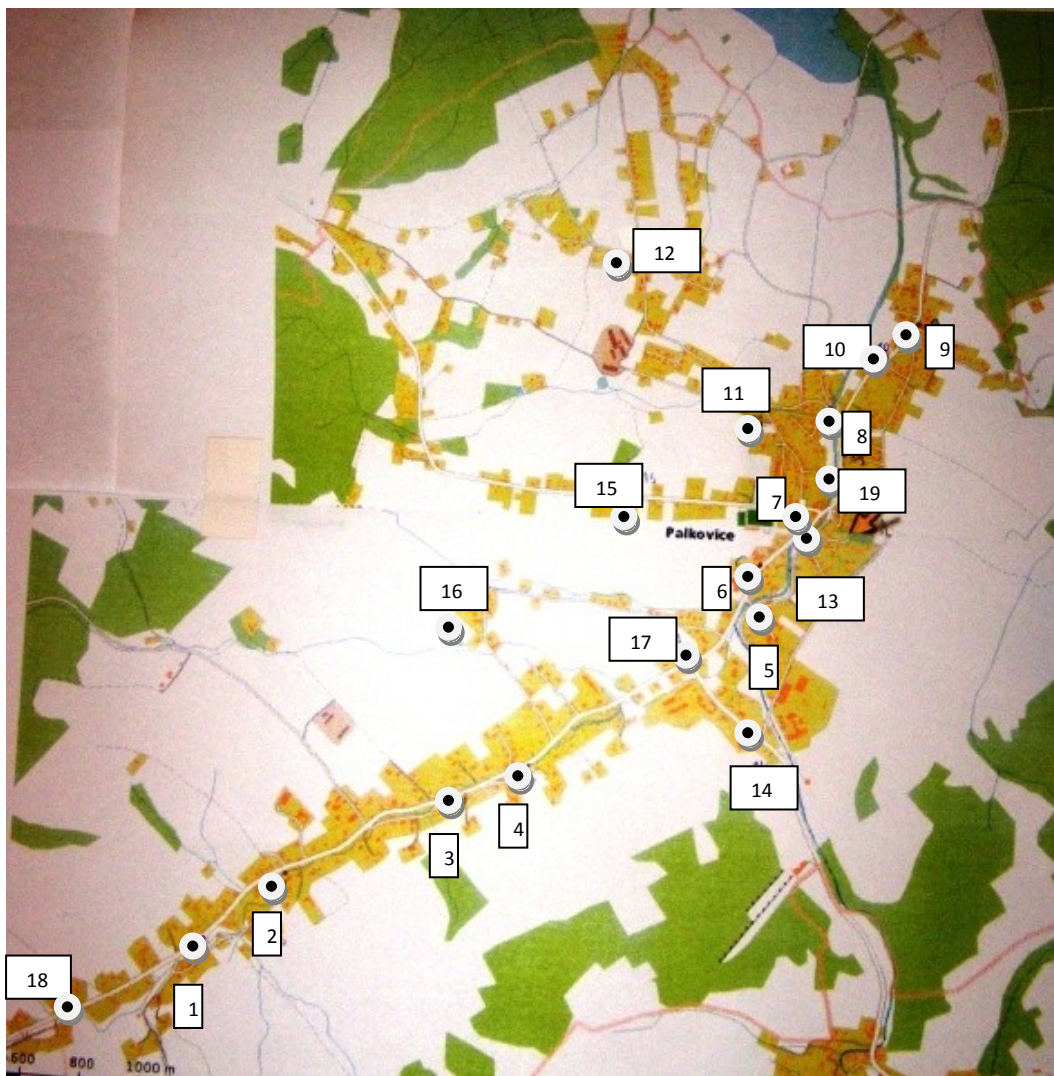
Tabulka č. 43: Vzdálenosti [km]

Ostravice

	plast	sklo	bílé sklo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1z	1z		1	0	1,56	1,73	1,99	4,03	2,4	0,91	1,87	3,26	0,31	2,69
2	2z	2z	1z	2	1,56	0	0,24	0,77	2,5	0,96	0,53	0,41	2,02	1,25	1,46
3	2z	1z	1z	3	1,73	0,24	0	0,6	2,3	0,77	0,86	0,34	1,82	1,44	1,3
4	3z	1z	1z	4	1,99	0,77	0,6	0	1,78	0,36	1,44	0,58	1,51	2,02	0,72
5	1z	1z		5	4,03	2,5	2,3	1,78	0	1,78	3,14	2,16	2,04	3,72	1,06
6	1z			6	2,4	0,96	0,77	0,36	1,78	0	1,61	0,86	1,13	2,14	0,79
7	2z	1z		7	0,91	0,53	0,86	1,44	3,14	1,61	0	1,01	2,54	0,6	2,11
8	2z	1z	1z	8	1,87	0,41	0,34	0,58	2,16	0,86	1,01	0	2,02	1,58	1,13
9	2z	1z	1z	9	3,26	2,02	1,82	1,51	2,04	1,13	2,54	2,02	0	3	1,54
10	2z	2z	1z	10	0,31	1,25	1,44	2,02	3,72	2,14	0,6	1,58	3	0	2,69
11	2z	1z		11	2,69	1,46	1,3	0,72	1,06	0,79	2,11	1,13	1,54	2,69	0

Výstup z Xpressu:

cesta=9.73 km**Trasa:****1 – 4 – 6 – 9 – 5 – 11 – 8 – 3 – 2 – 7 – 10 – 1**



Tabulka č. 44: Nádoby v obci Palkovice

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	2k	1z	1k	1z
2	1k	1z	1k	
3	2k	1z	1k	1z
4	3k	1z	1k	
5	1k			
6	2k	1z	1k	
7	6k	2z	3k	2z
8	5k	1z	2k	1z
9	3k	2z	2k	1z
10	1k	1z		
11	2k	1z	1k	1z
12	3k	1z	2k	1z
13	5k	1z	1k	1z
14	4k	1z	2k	1z
15	2k	1z	1k	1z
16	2k	1z	1k	1z
17	3k	1z	2k	1z
18	3k	1z	2k	1z
19	3k	1z	2k	

Obrázek č. 38: Palkovice

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 45: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	0,53	1,49	1,85	3,24	3,41	3,72	4,18	4,8	4,56	3,91	4,13	3,62	2,98	3,14	2,56	2,83	0,82	4,08
2	0,53	0	0,96	1,34	2,74	2,88	3,19	3,62	4,27	4,01	3,36	3,65	3,12	2,5	2,64	1,73	2,28	1,34	3,53
3	1,49	0,96	0	0,38	1,78	1,96	2,56	2,74	3,36	3,12	2,5	2,9	2,16	1,56	1,78	1,03	1,32	2,3	2,64
4	1,85	1,34	0,38	0	1,37	1,56	1,9	2,38	3	2,76	2,16	2,66	1,8	1,15	1,46	0,89	0,96	3,62	2,26
5	3,24	2,74	1,78	1,37	0	0,22	0,55	1,08	1,68	1,44	1,03	1,87	0,41	0,65	0,79	1,37	0,46	4,08	0,89
6	3,41	2,88	1,96	1,56	0,22	0	0,34	0,86	1,49	1,22	0,79	1,73	0,24	0,89	0,7	1,42	0,62	4,22	0,72
7	3,72	3,19	2,56	1,9	0,55	0,34	0	0,53	1,15	0,89	0,55	1,56	0,12	1,18	0,82	1,66	0,96	4,49	0,36
8	4,18	3,62	2,74	2,38	1,08	0,86	0,53	0	0,62	0,38	0,34	1,27	0,65	1,73	1,08	1,99	1,49	4,97	0,24
9	4,8	4,27	3,36	3	1,68	1,49	1,15	0,62	0	0,24	0,89	1,44	1,25	2,28	1,68	2,57	2,11	5,62	0,78
10	4,56	4,01	3,12	2,76	1,44	1,22	0,89	0,38	0,24	0	0,67	1,37	1,03	2,06	1,44	2,38	1,87	5,33	0,55
11	3,91	3,36	2,5	2,16	1,03	0,79	0,55	0,34	0,89	0,67	0	1,03	0,65	1,68	0,77	1,7	1,37	4,7	0,48
12	4,13	3,65	2,9	2,66	1,87	1,73	1,56	1,27	1,44	1,37	1,03	0	1,66	2,52	1,27	1,92	2,11	4,85	1,49
13	3,62	3,12	2,16	1,8	0,41	0,24	0,12	0,65	1,25	1,03	0,65	1,66	0	1,06	0,84	1,61	0,86	4,44	0,48
14	2,98	2,5	1,56	1,15	0,65	0,89	1,18	1,73	2,28	2,06	1,68	2,52	1,06	0	1,34	1,58	0,5	3,79	1,51
15	3,14	2,64	1,78	1,46	0,79	0,7	0,82	1,08	1,68	1,44	0,77	1,27	0,84	1,34	0	0,96	0,86	3,96	1,03
16	2,56	1,73	1,03	0,89	1,37	1,42	1,66	1,99	2,57	2,38	1,7	1,92	1,61	1,58	0,96	0	1,08	3,02	1,97
17	2,83	2,28	1,32	0,96	0,46	0,62	0,96	1,49	2,11	1,87	1,37	2,11	0,86	0,5	0,86	1,08	0	3,62	1,34
18	0,82	1,34	2,3	3,62	4,08	4,22	4,49	4,97	5,62	5,33	4,7	4,85	4,44	3,79	3,96	3,02	3,62	0	4,9
19	4,08	3,53	2,64	2,26	0,89	0,72	0,36	0,24	0,78	0,55	0,48	1,49	0,48	1,51	1,03	1,97	1,34	4,9	0

Výstup z Xpressu:

cesta=13.76 km

Trasa:

1 – 2 – 3 – 4 – 17 – 14 – 5 – 6 – 13 – 7 – 19 – 9 – 10 – 8 – 11 – 12 – 15 – 16 – 18 – 1



Tabulka č. 46:
Nádoby v obci
Pazderna

	plast	sklo	papír
1	1z	1z	1z
2	1z	1z	1z
3	1z	1z	1z
4	1z	1z	
5	1z	1z	1z
6	1z	1z	1z
7	1z	1z	

Obrázek č. 39: Pazderna

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 47: Vzdálenosti [km]

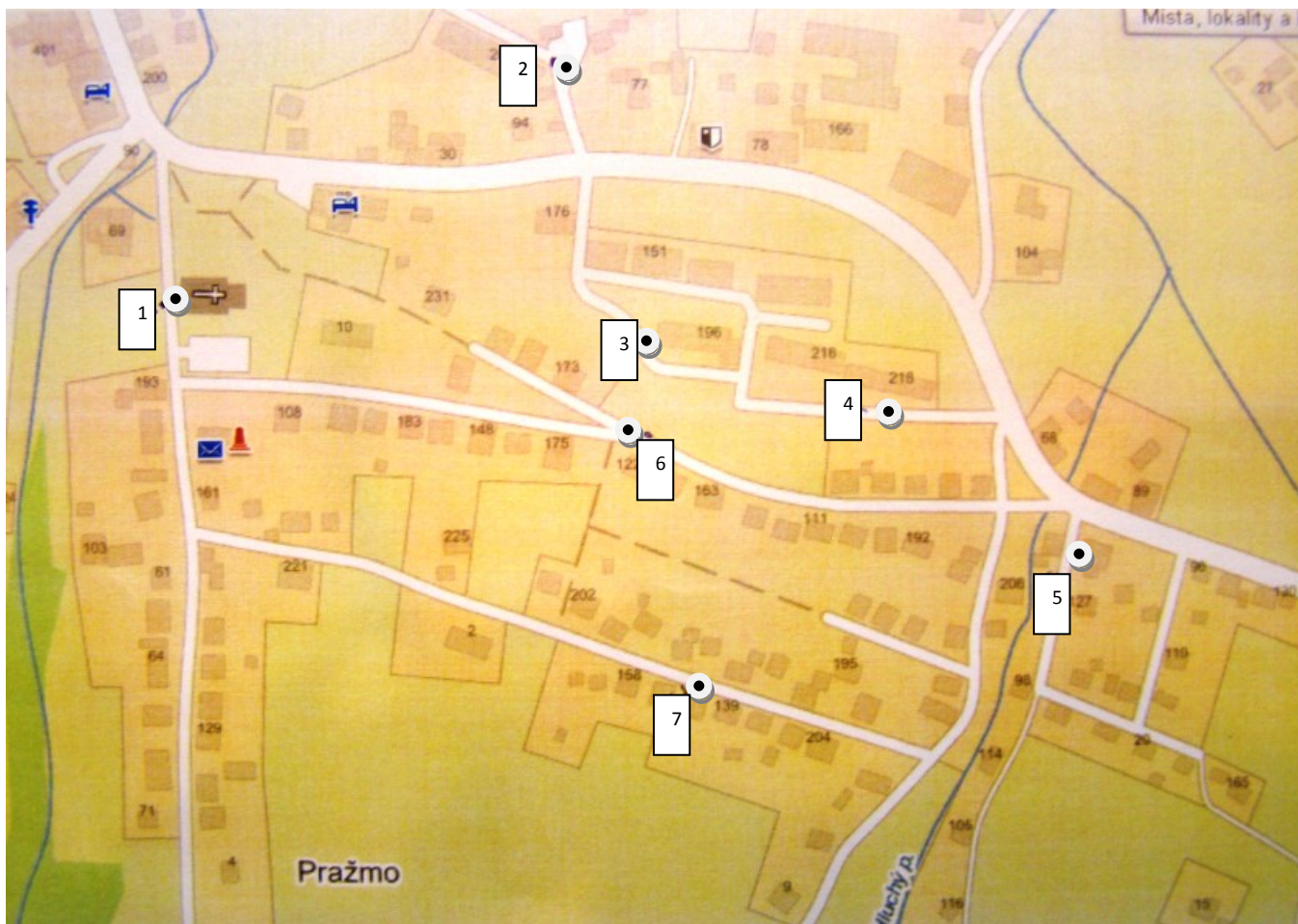
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	2,35	3,98	4,2	5,69	5,16	6,58
2	2,35	0	1,68	1,9	3,36	2,81	4,27
3	3,98	1,68	0	0,48	1,73	1,15	2,66
4	4,2	1,9	0,48	0	1,68	1,06	2,64
5	5,69	3,36	1,73	1,68	0	0,65	0,96
6	5,16	2,81	1,15	1,06	0,65	0	1,58
7	6,58	4,27	2,66	2,64	0,96	1,58	0

Výstup z Xpressu:

cesta=13.56 km

Trasa:

1 – 2 – 3 – 5 – 7 – 6 – 4 – 1



Obrázek č. 40: Pražmo
Výstup z Xpressu:

Měřítko 1 : 6 000

Zdroj [4]

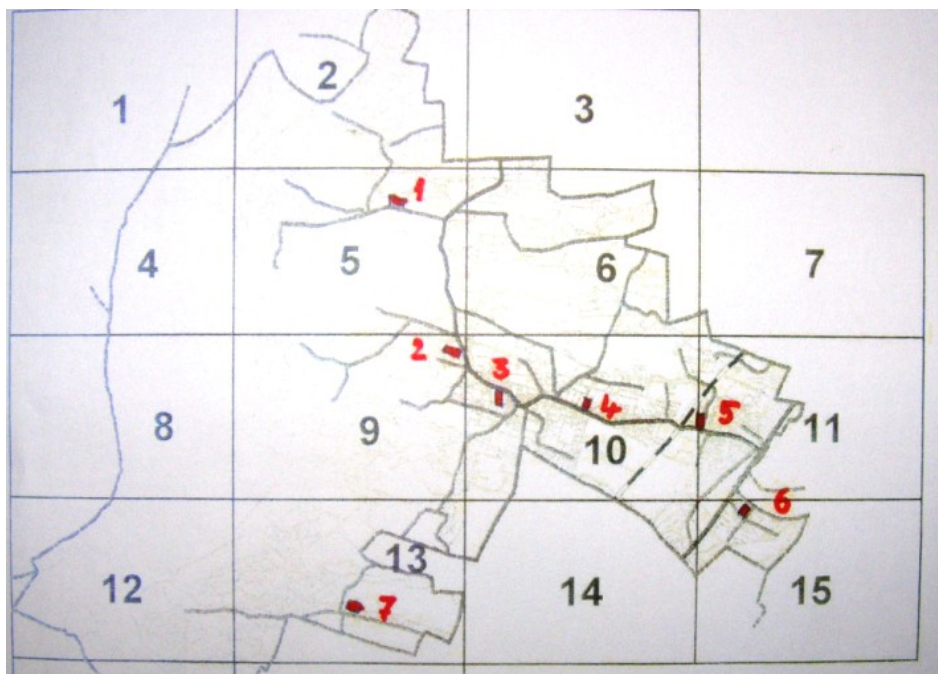
cesta=2.32 km
Trasa:
1 – 2 – 3 – 7 – 5 – 4 – 6 – 1
83

Tabulka č. 48: Nádoby v obci
Pražmo

	plast	sklo	papír	bílé
1	1k	1z	1z	1z
2	1k	1z	1z	1z
3	2k	1z	2z	1z
4	1k		1z	
5	2k	1z		1z
6	2k	1z		1z
7	2k	1z	1z	1z

Tabulka č. 49: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0,4	0,43	0,63	0,82	0,44	0,58
2	0,4	0	0,26	0,4	0,63	0,33	0,56
3	0,43	0,26	0	0,21	0,42	0,78	0,3
4	0,63	0,4	0,21	0	0,38	0,2	0,29
5	0,82	0,63	0,42	0,38	0	0,39	0,34
6	0,44	0,33	0,78	0,2	0,39	0	0,89
7	0,58	0,56	0,3	0,29	0,34	0,89	0



Obrázek č.41: Pstruží

Měřítko 1 : 47 000

Zdroj [4]

Výstup z Xpressu:

cesta=11 km

Trasa:

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 1

Tabulka č. 50: Nádobý v obci Pstruží

	plast	sklo	papír	bílé
1	2k	1z	1z	1z
2	4k	4z		2z
3	5k	4z		1z
4	2k			1z
5	3k	3z	1z	1z
6	2k	1z	1z	1z
7	1k	1z	1z	

Tabulka č. 51: Vzdálenosti [km]

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1,32	1,83	2,3	3,11	3,76	3,38
2	1,34	0	0,47	1,18	1,88	2,77	2,21
3	1,83	0,47	0	0,71	1,65	2,21	2,12
4	2,3	1,18	0,71	0	0,94	1,6	2,54
5	3,11	1,88	1,65	0,94	0	0,8	3,29
6	3,76	2,77	2,21	1,6	0,8	0	3,38
7	3,38	2,21	2,12	2,54	3,29	3,38	0



Obrázek č. 42: Raškovice

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 52: Nádoby v obci Raškovice

Tabulka č. 53: Vzdálenosti [km]

	plasty	sklo	papír	bílé sklo
1	1k	1z	1z	
2	4k	1z	1z	1z
3	1k	1z	1z	1z
4	4k	1z	1z	1z
5	1k	1z	1z	
6	2k	1z	2z	1z
7	3k	1z	1z	
8	2k	1z	2z	1z
9	2k	1z	1z	1z
10	2k	1z	1z	1z

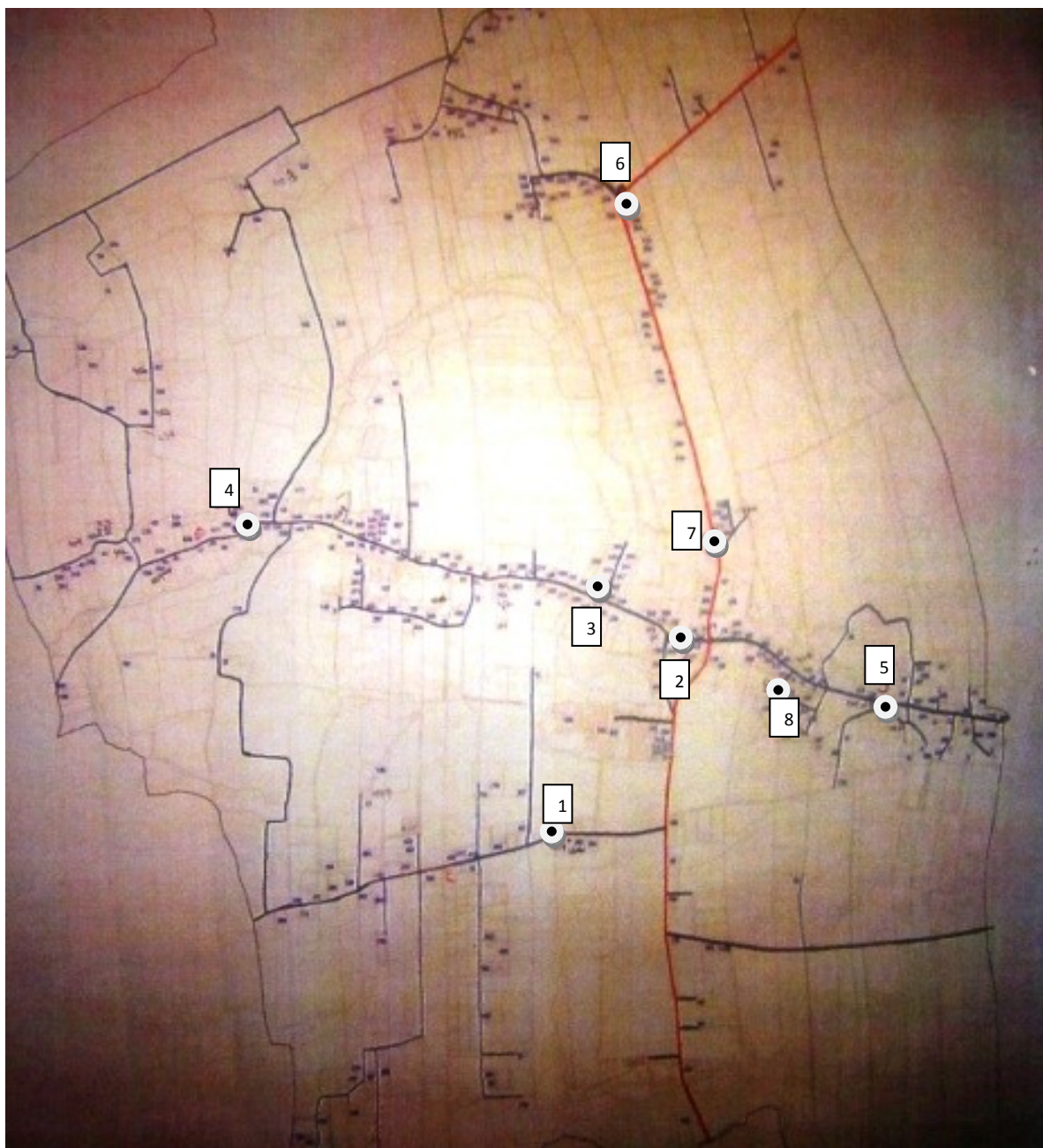
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2,3	2,74	3,27	1,2	3,53	4,22	3,12	2,71	2,4
2	2,3	0	0,46	0,98	1,1	1,25	2,02	1,01	0,5	1,85
3	2,74	0,46	0	0,53	1,56	0,79	1,56	0,6	0,22	1,94
4	3,27	0,98	0,53	0	2,09	0,26	1,03	0,43	0,58	2,21
5	1,2	1,1	1,56	2,09	0	2,35	3,07	1,99	1,56	1,8
6	3,53	1,25	0,79	0,26	2,35	0	0,79	0,58	0,84	2,4
7	4,22	2,02	1,56	1,03	3,07	0,79	0	1,08	1,57	2,74
8	3,12	1,01	0,6	0,43	1,99	0,58	1,08	0	0,48	1,95
9	2,71	0,5	0,22	0,58	1,56	0,84	1,57	0,48	0	2
10	2,4	1,85	1,94	2,21	1,8	2,4	2,74	1,95	2	0

Výstup z Xpressu:

cesta=10.03 km

Trasa:

1 – 10 – 8 – 7 – 6 – 5 – 3 – 9 – 2 – 5 – 1



Obrázek č. 43: Sedliště Měřítko 1 : 24 000

Tabulka č. 54: Nádoby v obci Sedliště Tabulka č. 55: Vzdálenosti [km]

	plast	sklo	papír	bílé sklo		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1k	1z	1k	1z	1	0	0,96	1,1	1,9	1,51	2,88	1,51	1,13
2	3k	1z	2k	1z	2	0,96	0	0,41	1,92	0,79	2,04	0,5	0,43
3	2k	1z	2k	1z	3	1,1	0,41	0	1,49	1,25	1,8	0,58	0,64
4	2k	1z	2k	1z	4	1,9	1,92	1,49	0	2,74	3,84	2,04	2,35
5	2k	1z	1k	1z	5	1,51	0,79	1,25	2,74	0	2,64	1,32	0,48
6	3k	1z	2k	1z	6	2,88	2,04	1,8	3,84	2,64	0	1,58	2,35
7	1k	1z		1z	7	1,51	0,5	0,58	2,04	1,32	1,58	0	0,84
8	1k	1z			8	1,13	0,43	0,64	2,35	0,48	2,35	0,84	0

Výstup z Xpressu:

cesta=9.67 km

Trasa:

1 – 4 – 3 – 6 – 7 – 2 – 5 – 8 – 1



Obrázek č. 44: Sviadnov

Měřítko 1 : 12 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 56: Nádoby v obci Sviadnov

Tabulka č. 57: Vzdálenosti [km]

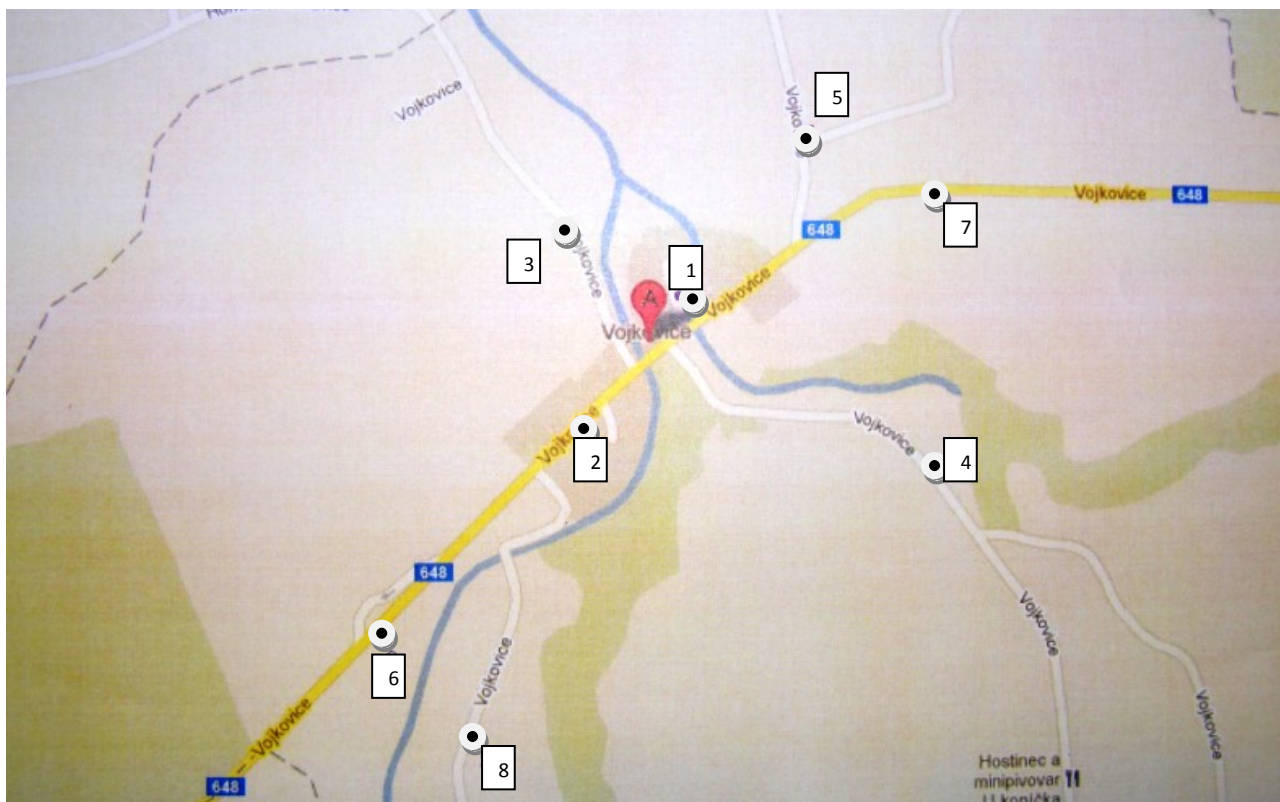
	plast	sklo	papír	bílé sklo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3k	1z	1k	1z	1	0	0,36	0,6	1,02	1,08	0,6	0,66	0,78	1,02	1,08	1,26
2	2k	1z	2z	1z	2	0,36	0	0,24	0,72	0,72	0,36	0,48	0,66	0,78	0,9	1,1
3	4z	1z	3z		3	0,6	0,24	0	0,66	0,6	0,24	0,3	0,6	0,78	0,84	1,02
4	3z	1z	2k		4	1,02	0,72	0,66	0	0,66	0,48	0,48	0,78	0,84	0,72	0,9
5	3z	1z	2z	1z	5	1,08	0,72	0,6	0,66	0	0,54	0,48	0,66	0,48	0,3	0,48
6	3z	1z	2z	1z	6	0,6	0,36	0,24	0,48	0,54	0	0,18	0,42	0,48	0,65	0,74
7	4k	1z	3k	1z	7	0,66	0,48	0,3	0,48	0,48	0,18	0	0,24	0,48	0,51	0,68
8	2z	1z	1k	1z	8	0,78	0,66	0,6	0,78	0,66	0,42	0,24	0	0,3	0,5	0,67
9	2k		1k		9	1,02	0,78	0,78	0,84	0,48	0,48	0,48	0,3	0	0,42	0,6
10	2k		1k		10	1,08	0,9	0,84	0,72	0,3	0,65	0,51	0,5	0,42	0	0,18
11	3k	1z	2k	1z	11	1,26	1,1	1,02	0,9	0,48	0,74	0,68	0,67	0,6	0,18	0
10	2z	1z	1k													
11	2k	1z	1k													

Výstup z Xpressu:

cesta=4.26 km

Trasa:

1 – 2 – 3 – 6 – 4 – 5 – 11 – 10 – 9 – 8 – 7 – 1



Obrázek č. 45: Vojkovice

Měřítko 1 : 12 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 58: Nádobý v obci Vojkovice

Tabulka č. 59: Vzdálenosti [km]

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	1k			
2	1k	1z		
3	1k	1z		
4	1k	1z		
5	1k	1z		
6	2k	2z	2z	2z
7	1k			
8	1k	1z		

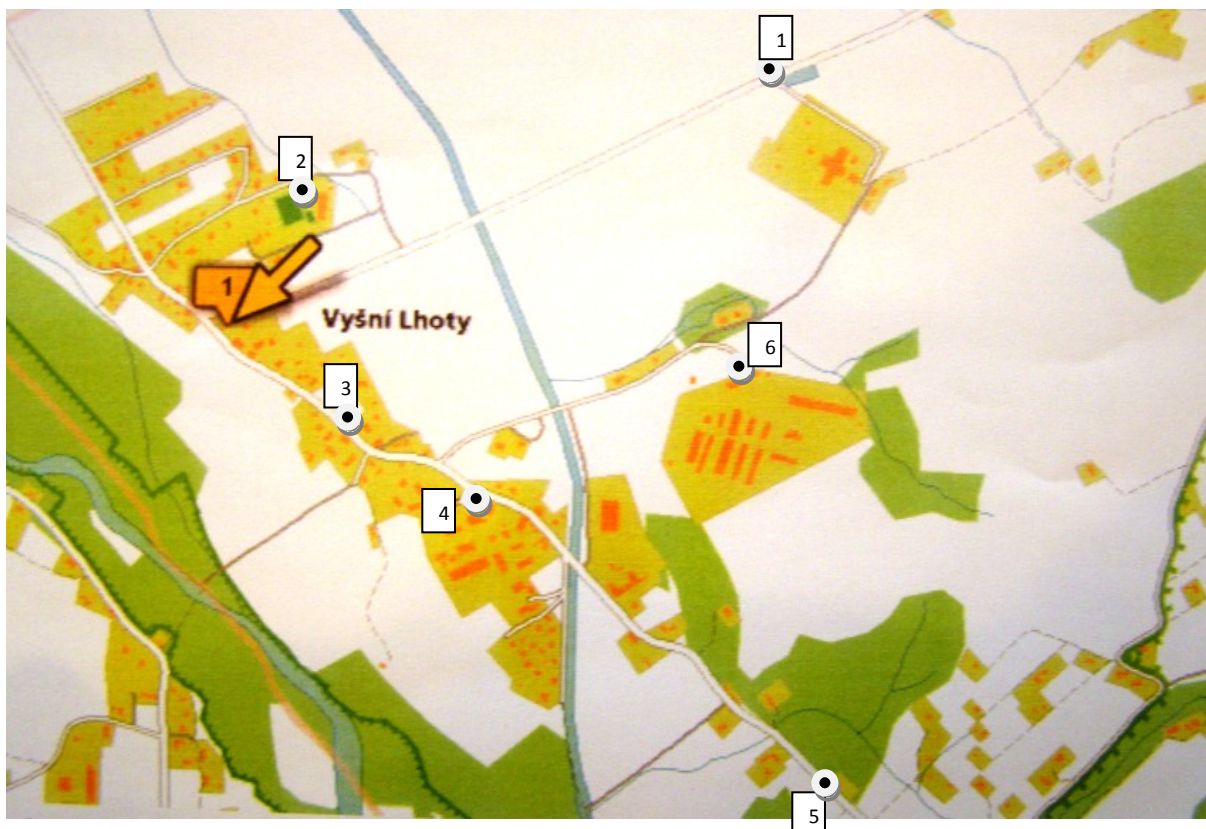
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0,36	0,48	0,66	0,6	0,9	0,66	1,08
2	0,36	0	0,48	0,72	0,78	0,56	0,86	0,72
3	0,48	0,48	0	0,96	0,96	1,02	1,02	1,2
4	0,66	0,72	0,96	0	1,2	1,39	1,22	1,56
5	0,6	0,78	0,96	1,2	0	1,38	0,54	1,56
6	0,9	0,56	1,02	1,39	1,38	0	1,44	1,02
7	0,66	0,86	1,02	1,22	0,54	1,44	0	1,56
8	1,08	0,72	1,2	1,56	1,56	1,02	1,56	0

Výstup z Xpressu:

cesta=6.3 km

Trasa:

1 – 4 – 2 – 8 – 6 – 3 – 5 – 7 – 1



Obrázek č. 46: Vyšší Lhoty

Měřítko 1 : 24 000

Zdroj [4]

Tabulka č. 60: Nádoby v obci Vyšší Lhoty Tabulka č. 61: Vzdálenosti [km]

	plast	sklo	papír	bílé sklo
1	1k	1z		1z
2	1k		1z	
3	3k	1z	1z	2z
4		1z		
5	2k	1z	1z	1z
6	3k	1z	1z	2z

	1	2	3	4	5	6
1	0	1,8	3,12	3,48	2,88	4,44
2	1,8	0	1,08	2,04	3,72	3,12
3	3,12	1,08	0	0,53	2,23	1,56
4	3,48	2,04	0,53	0	1,68	1,2
5	2,88	3,72	2,23	1,68	0	3,12
6	4,44	3,12	1,56	1,2	3,12	0

Výstup z Xpressu:

cesta=10.2 km

Trasa:

1 – 5 – 4 – 6 – 3 – 2 – 1

Další postup práce spočíval ve zjištění vzdáleností mezi obsluhovanými obcemi a Frýdeckou skládkou a.s.. Úkolem bylo zjistit zaplnění nádob v jednotlivých obcích, tato data byla autorem zjištěna ze svozových dokumentů poskytnutých Frýdeckou skládkou a.s..

Dopravní síť je složena z uzlů, které představují v reálném případě pozice sběrných nádob na dopravní síti a hran, které představují úseky komunikací silniční sítě. Každý uzel i hrana má své atributy, kdy zadání těchto parametrů je důležité pro správný výpočet svozové trasy. Ve většině případů jsou nádoby umístěny přímo na hraně dopravní sítě, tedy v praxi jsou nádoby umístěny v bezprostřední blízkosti komunikace a není nutné zajíždět se svozovým vozidlem mimo komunikaci.

Vzorový příklad okružních jízd pro nádoby typu ZVON na bílé sklo

Tabulka č.62 : Matice vzdáleností

	Bílá	Bruzovice	Čeladná	Dobrá	Dobruška	Krásná	Lhotka	Matylovice	Moravka	Nižní Lhotky	Nošovice	Ostrov	Palkov	Pražmo	Pstruží	Raškovice	Sedlště	Sv. Jáchov	Vojkovice	Vyšší Lhoty	Frydek - Místek
Bílá	-	41	21	36	38	34	40	24	35	36	38	14	28	32	20	32	37	33	41	35	33
Bruzovice	41	-	25	9	14	20	18	19	20	11	9	27	15	17	23	15	3	10	11	13	8
Čeladná	21	25	-	20	23	20	12	8	21	22	22	7	12	17	3	18	22	17	24	20	17
Dobrá	36	9	20	-	8	13	11	16	13	4	2	22	12	10	18	8	8	8	4	6	6
Dobruška	38	14	23	8	-	11	25	21	11	6	8	24	19	7	22	6	16	15	3	5	13
Krásná	34	20	20	13	11	-	21	18	7	9	11	20	22	4	18	5	21	21	14	7	18
Lhotka	40	18	12	11	25	21	-	4	22	23	21	13	7	19	10	19	19	15	24	22	15
Matylovice	24	19	8	16	21	18	4	-	19	20	18	10	4	15	6	15	16	12	20	18	12
Moravka	35	20	21	13	11	7	22	19	-	9	11	21	23	3	19	5	21	21	14	7	18
Nižní Lhotky	36	11	22	4	6	9	23	20	9	-	2	22	16	6	20	4	12	12	6	1	9
Nošovice	38	9	22	2	8	11	21	18	11	2	-	24	14	7	20	6	10	9	4	3	7
Ostrov	14	27	7	22	24	20	13	10	21	22	24	-	14	18	6	18	23	19	27	21	19
Palkov	28	15	12	12	19	22	7	4	23	16	14	14	-	19	10	19	12	7	16	17	8
Pražmo	32	17	17	10	7	4	19	15	3	6	7	18	19	-	16	1	18	17	11	3	15
Pstruží	20	23	3	18	22	18	10	6	19	20	20	6	10	16	-	16	20	16	23	18	16
Raškovice	32	15	18	8	6	5	19	15	5	4	6	18	19	1	16	-	17	16	9	2	13
Sedlště	37	3	22	8	16	21	19	16	21	12	10	23	12	18	20	17	-	7	13	14	5
Sv. Jáchov	33	10	17	8	15	21	15	12	21	12	9	19	7	17	16	16	7	-	12	13	3
Vojkovice	41	11	24	4	3	14	24	20	14	6	4	27	16	11	23	9	13	12	-	8	10
Vyšší Lhoty	35	13	20	6	5	7	22	18	7	1	3	21	17	3	18	2	14	13	8	-	11
Frydek - Místek	33	8	17	6	13	18	15	12	18	9	7	19	8	15	16	13	5	3	10	11	-

Tabulka č.63 : Zaplněnost

Obce	zaplnění nádob [m ³]	Obce	Počet svozů za rok	Počet nádob	Objem nádob [m ³]
Bílá	2	Bílá	6	2	2 x 2
Bruzovice	3	Bruzovice	6	3	3 x 1,1
Čeladná	19	Čeladná	6	20	20 x 1,1
Dobrá	10	Dobrá	6	11	7 x 1,1; 4 x 1,55
Dobruška	5	Dobruška	6	9	6 x 1,5; 3 x 1,55
Hukvaldy	9	Hukvaldy	12	12	12 x 1,1
Krásná	6	Krásná	6	15	11 x 1,1; 4 x 1,5
Lhotka	4	Lhotka	6	5	4 x 1,1; 1 x 1,5
Metelice	9	Metelice	6	17	14 x 1,1; 1 x 1,05; 2 x 1,5
Morávka	8	Morávka	6	9	8 x 1,1; 1 x 1,5
Nižní Lhoty	1	Nižní Lhoty	6	2	2 x 1,1
Nošovice	3	Nošovice	6	5	5 x 1,1
Ostrov	6	Ostrov	6	6	2 x 1,5; 4 x 1,55
Palkovice	15	Palkovice	6	14	10 x 1,1; 4 x 2
Pražmo	4	Pražmo	6	6	4 x 1,1; 2 x 2
Pstruží	3	Pstruží	6	3	1 x 1,1; 2 x 1,55
Raškovice	6	Raškovice	6	7	3 x 1,1; 1 x 1,8; 3 x 2
Sedliště	6	Sedliště	6	6	3 x 1,1; 3 x 1,55
Svibice	6	Svibice	6	6	2 x 1,1; 2 x 1,55; 2 x 2
Vojkovice	2	Vojkovice	6	2	2 x 1,55
Vyšní Lhoty	3	Vyšní Lhoty	6	6	6 x 1,1

Zaplněnost: V každé obci se vyskytuje různý počet nádob o různém objemu. Zaplnění nádob bylo zjištěno ze svozových dokumentů poskytnutých firmou Frýdecká skládka a.s.

Data pro Xpress:

Kapacita vozidla 24m³

Zaplnění zvonů

Matice vzdáleností

Xpress:

model bile_sklo !Komunální odpad - okružní jízdy

uses "mmxprs", "mmsystem"

declarations

voz=1..6 !Počet obslužných vozidel, resp. počet jízd

zak=1..20 !Počet zákazníků umístěných v síti

```

sit=1..21      !Počet uzlů, které tvoří síť
N=20          !Počet uzlů minus jeden uzel, ve kterém je středisko (pro anticyklíci podmínky)
d:array(sit, sit) of real      !Matice vzdáleností
x:array(sit, sit, voz) of mpvar    !Přiřazení vozidla na trasu
b:array(zak) of real      !požadavek zákazníka
K:array(voz) of real      !Kapacita vozidla
y:array(zak) of mpvar      !Pomocná proměnná pro anticyklíci podmínky
starttime:real      !Deklarace výpočetního času
end-declarations

!Načítání vstupních dat
initializations from "kom_odpad_bile sklo.txt"
d; b; K;
end-initializations

starttime:=gettime

!Účelová funkce
celkova_vzdalenost:=sum(r in voz, i in sit, j in sit|i<>j)x(i,j,r)*d(i,j)

!Obligarorní podmínka na bivalentnost proměnné x(i,j,r)
forall(i in sit, j in sit, r in voz|i<>j)x(i,j,r)is_binary

!strukturální podmínky
forall(j in zak)sum(r in voz, i in sit|i<>j)x(i,j,r)=1
forall(j in sit, r in voz)(sum(i in sit|i<>j)x(i,j,r)=sum(i in sit|i<>j)x(j,i,r))
forall(r in voz)sum(j in zak)b(j)*sum(i in sit|i<>j)x(i,j,r)<=K(r)
forall(r in voz)sum(j in zak)x(21,j,r)<=1

!anticyklíci podmínka
forall(r in voz, i in 1..N, j in 1..N|i<>j) y(j)-y(i)+N*x(i,j,r)<=N-1
minimize (celkova_vzdalenost)

!Výpis výstupů do sloupce

```

```

!Výstupy
writeln ("celkova_vzdalenost =", getobjval," [km]")
writeln ("")
writeln ("Přiřazení vozidel")
writeln ("x(odkud, kam, vozidlo)")
writeln ("")
forall (i in sit, j in zak, r in voz | getsol (x(i,j,r))>0)
writeln ("x(",i," ",j," ",r,") = ", getsol (x(i,j,r)))
writeln ("")
writeln ("Doba výpočtu")
writeln ("")
write("Výpočetní_čas: ",gettime-starttime)
!Výpis výstupů do textového souboru
fopen("vysledky_kom_odpad_exp_no-1.txt", F_OUTPUT)
!Výstupy
writeln ("celkova_vzdalenost =", getobjval," [km]")
writeln ("")
writeln ("Přiřazení vozidel")
writeln ("x(odkud, kam, vozidlo)")
writeln ("")
forall (i in sit, j in zak, r in voz | getsol (x(i,j,r))>0)
writeln ("x(",i," ",j," ",r,") = ", getsol (x(i,j,r)))
writeln ("")
writeln ("Doba výpočtu")
writeln ("")
write("Výpočetní_čas: ",gettime-starttime)
fclose(F_OUTPUT)
end-model

```


Výstup:

Přiřazení vozidel

x(odkud, kam, vozidlo)

$$x(1,12,6) = 1$$

$$x(2,17,5) = 1$$

$$x(3,15,4) = 1$$

$$x(4,19,2) = 1$$

$$x(5,20,2) = 1$$

$$x(7,8,6) = 1$$

$$x(9,6,3) = 1$$

$$x(10,11,2) = 1$$

$$x(12,7,6) = 1$$

$$x(14,9,3) = 1$$

$$x(16,14,3) = 1$$

$$x(18,13,1) = 1$$

$$x(19,5,2) = 1$$

$$x(20,10,2) = 1$$

$$x(21,1,6) = 1$$

$$x(21,2,5) = 1$$

$$x(21,3,4) = 1$$

$$x(21,4,2) = 1$$

$$x(21,16,3) = 1$$

$$x(21,18,1) = 1$$

Okružní jízdy vozidla č.1:

Frýdek-Místek – Sviadnov – Palkovice – Frýdek -Místek

Okružní jízdy vozidla č.2:

Frýdek-Místek – Dobrá – Vojkovice – Dobratice – Vyšší Lhoty – Nižší Lhoty – Nošovice – Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.3:

Frýdek-Místek – Raškovice – Pražmo – Morávka – Krásná – Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.4:

Frýdek-Místek – Čeladná – Pstruží – Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.5:

Frýdek-Místek – Bruzovice – Sedliště – Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.6:

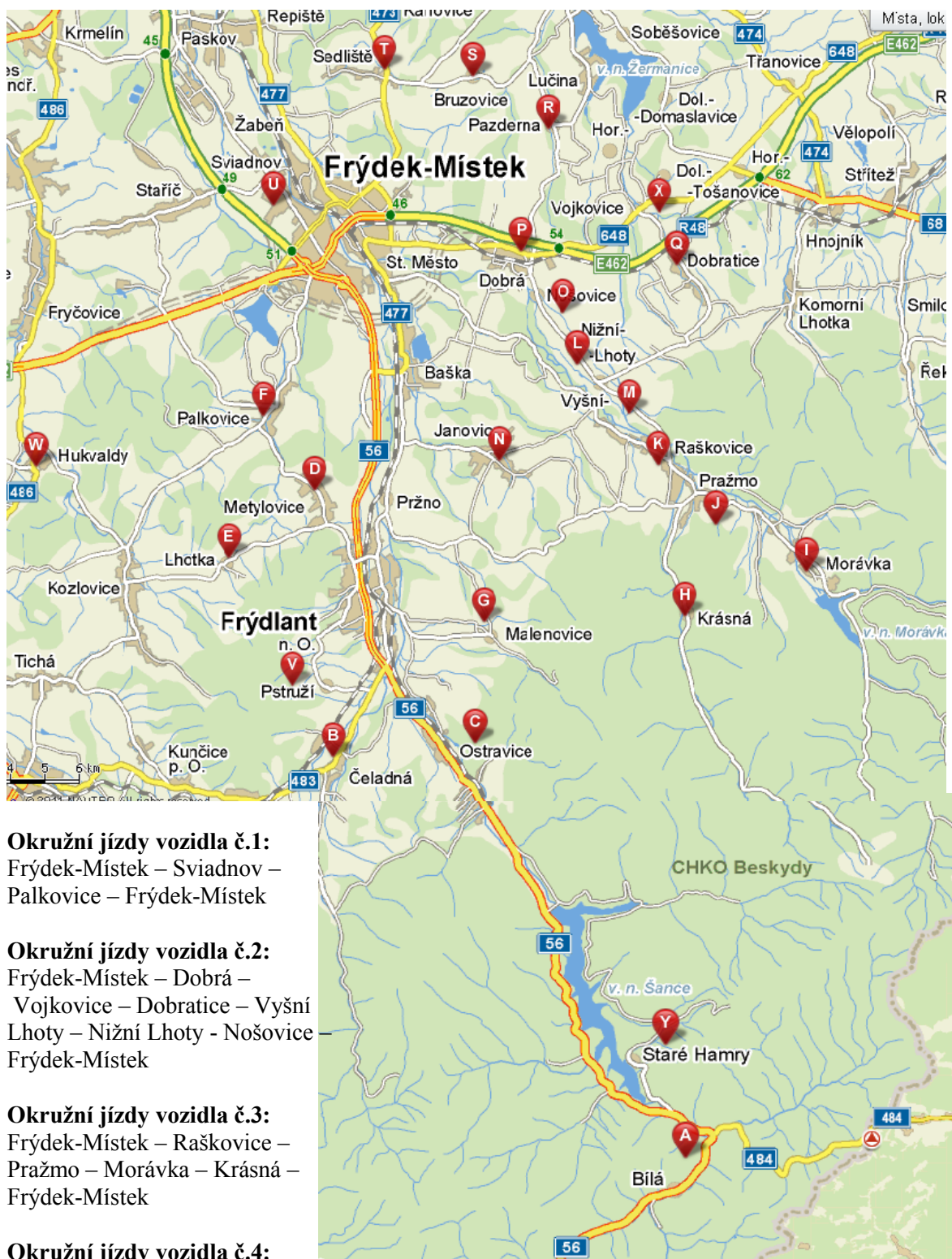
Frýdek-Místek – Bílá – Ostravice – Lhotka – Metylovice – Frýdek-Místek

Doba výpočtu

Výpočetní_čas: 45056s = 12h 30min

Hukvaldy se jezdí samostatně

Celková vzdálenost = 246 + 30(Hukvaldy) = 276 [km]



Okružní jízdy vozidla č.1:

Frýdek-Místek – Sviadnov –
Palkovice – Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.2:

Frýdek-Místek – Dobrá –
Vojkovice – Dobratice – Vyšní
Lhoty – Nižní Lhoty – Nošovice –
Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.3:

Frýdek-Místek – Raškovice –
Pražmo – Morávka – Krásná –
Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.4:

Frýdek-Místek – Čeladná – Pstruží – Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.5:

Frýdek-Místek – Bruzovice – Sedliště – Frýdek-Místek

Okružní jízdy vozidla č.6:

Frýdek-Místek – Bílá – Ostravice – Lhotka – Metylovice – Frýdek-Místek

Hukvaldy se jezdí samostatně

Obrázek č.47: Svozová oblast

Ostatní modely v příloze A, B, C pouze výstup z Xpressu. Model Xpressu je stejný jen se změnami v deklaraci a ve strukturální podmínce.

voz= !Počet obslužných vozidel, resp. počet jízd

zak= !Počet zákazníků umístěných v síti

sit= !Počet uzlů, které tvoří síť

N= !Počet uzlů mínus jeden uzel, ve kterém je středisko (pro anticyklíci podmínky)

!strukturální podmínky

forall(r in voz)sum(j in zak)x(,j,r)<=1

Tabulka č. 64: Výsledná tabulka vzdáleností

Svozové komodity	Po úpravě bez vzdáleností v obcích [km]	Vzdálenosti v obcích [km]	Výsledek Optimalizace [km]	Současnost [km]	rozdíl [km]	rozdíl [%]	Výpočetní čas [h:min]
Bílé sklo	276	206,94	482,94	490	- 7,06	- 1,44	12:30
Sklo	348	235,29	583,29	697	- 113,71	-16,31	9:44
Plast	616	239,55	855,55	684	171,55	+25,08	6:04
Papír	473	255,38	728,38	488	240,38	+41,39	0:05

Tabulka č.65: Rozpis svozů separovaného odpadu na Frýdecko - Místecku na měsíce březen – duben

BŘEZEN		MAN s hydraulickým ramenem	MAN linear press	MAN linear press
1	1	Frýdek-Místek – Dobratice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Janovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Ostravice – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Dobrá – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Palkovice – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Hukvaldy – Frýdek Místek (papír)
2		Frýdek- Místek – Staré Hamry – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Ostravice – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek-Místek – Sviadnov – Sedliště – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Bruzovice – Nošovice – Dobrá – Palkovice – Frýdek- Místek (papír)
5		Frýdek- Místek – Sviadnov – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Bílá – Staré Hamry – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Hukvaldy – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Sviadnov – Nižní Lhoty – Krásná – Frýdek -Místek (plast)	
6		Frýdek -Místek – Janovice – Malenovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Dobratice – Vojkovice – Pazderna – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Pstruží – Lhotka – Frýdek- Místek (plast)	
7	2	Frýdek- Místek – Dobrá – Frýdek Místek- (papír) Frýdek- Místek – Raškovice – Frýdek- Místek (papír)	Frýdek- Místek – Morávka – Vyšní Lhoty – Nošovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Bruzovice – Čeladná – Frýdek- Místek (plast)	
8		Frýdek- Místek – Dobrá – Vojkovice – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Vyšní Lhoty – Prožmo – Morávka – Frýdek- Místek (papír)	Frýdek- Místek – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Dobrá – Frýdek- Místek (plast)	

9		Frýdek -Místek – Čeladná – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Metylovice – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Hukvaldy – Frýdek- Místek (sklo bílé)	Frýdek -Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek- Místek (plast)	
12		Frýdek- Místek – Sviadnov – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Pazderna – Janovice – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Pstruží – Malenovice – Frýdek- Místek (papír)		
13		Frýdek- Místek – Čeladná – Lhotka – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Metylovice – Bílá – Krásná – Dobratice – Nižní Lhoty – Frýdek- Místek (papír)		
14	3	Frýdek -Místek – Hukvaldy – Palkovice – Frýdek- Místek (sklo) Frýdek- Místek – Sviadnov – Janovice – Malenovice – Frýdek- Místek (sklo)	Frýdek-Místek – Morávka – Vyšní Lhoty – Nošovice – Frýdek -Místek (plast) Frýdek- Místek – Bruzovice – Čeladná – Frýdek- Místek (plast)	
15		Frýdek- Místek – Pstruží – Čeladná – Frýdek- Místek (sklo) Frýdek -Místek – Staré Hamry – Bílá – Ostravice – Frýdek- Místek (sklo)	Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek Místek – Dobrá – Frýdek- Místek (plast)	
16		Frýdek- Místek – Dobrá – Pazderna – Sedliště – Frýdek- Místek (sklo) Frýdek- Místek – Nošovice – Vyšní lhoty – Pražmo – Raškovice – Vojkovice – Frýdek- Místek (sklo)	Frýdek- Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek -Místek (plast)	Frýdek- Místek – Palkovice – Frýdek- Místek (papír) Frýdek- Místek – Hukvaldy – Frýdek- Místek (papír)

19	4	Frýdek- Místek – Dobratice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Janovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Ostravice – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Hukvaldy – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Sviadnov – Nižní Lhoty – Krásná – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Sviadnov – Sedliště – Frýdek - Místek (papír) Frýdek- Místek – Bruzovice – Nošovice – Dobrá – Palkovice – Frýdek- Místek (papír)
20		Frýdek- Místek – Staré Hamry – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Ostravice – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Pstruží – Lhotka – Frýdek- Místek (plast)	
21		Frýdek- Místek – Sviadnov – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Bílá – Staré Hamry – Frýdek- Místek (plast)		
22		Frýdek- Místek – Janovice – Malenovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Dobratice – Vojkovice – Pazderna – Frýdek- Místek (plast)	Frýdek- Místek – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Dobrá – Frýdek- Místek (plast)	
23	5	Frýdek- Místek – Lhotka – Metylovice – Frýdek- Místek (sklo)	Frýdek- Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek- Místek (plast)	
26		Frýdek- Místek – Krásná – Dobratice – Frýdek- Místek (sklo) Frýdek- Místek – Nižní Lhoty – Morávka – Bruzovice – Frýdek- Místek (sklo)	Frýdek- Místek – Morávka – Vyšní Lhoty – Nošovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek -Místek – Bruzovice – Čeladná – Frýdek- Místek (plast)	
27		Frýdek- Místek – Sviadnov – Palkovice – Frýdek -Místek (sklo bílé) Frýdek- Místek – Čeladná – Pstruží – Frýdek- Místek (sklo bílé)		

28		Frýdek- Místek – Dobrá – Vojkovice – Dobratice – Vyšní Lhoty – Nižní Lhoty – Nošovice – Frýdek -Místek (sklo bílé) Frýdek- Místek – Raškovice – Pražmo – Morávka – Krásná – Frýdek- Místek (sklo bílé)		
29		Frýdek-Místek – Bruzovice – Sedliště – Frýdek- Místek (sklo bílé) Frýdek- Místek – Bílá – Ostravice – Lhotka – Metylovice – Frýdek- Místek (sklo bílé)	Frýdek- Místek – Hukvaldy – Frýdek- Místek (plast) Frýdek- Místek – Sviadnov – Nižní Lhoty – Krásná – Frýdek- Místek (plast)	
30		Frýdek- Místek – Dobrá – Frýdek –Místek (papír) Frýdek- Místek – Raškovice – Frýdek -Místek (papír)	Frýdek- Místek – Pstruží – Lhotka – Frýdek- Místek (plast)	
Duben		MAN s hydraulickým ramenem	Man linear press	Man linear press
2		Frýdek- Místek – Dobrá – Vojkovice – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Vyšní Lhoty – Prožmo – Morávka – Frýdek-Místek (papír)	Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Dobrá – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Hukvaldy – Frýdek-Místek (papír)
3	6	Frýdek-Místek – Dobratice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Janovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Ostravice – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek- Místek (plast) Frýdek-Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Sviadnov – Sedliště – Frýdek- Místek (papír) Frýdek-Místek – Bruzovice – Nošovice – Dobrá – Palkovice – Frýdek-Místek (papír)
4		Frýdek-Místek – Staré Hamry – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Ostravice – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Morávka – Vyšní Lhoty – Nošovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Bruzovice – Čeladná – Frýdek- Místek (plast)	
5		Frýdek-Místek – Sviadnov – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Bílá – Staré Hamry – Frýdek-Místek (plast)		

6		Frýdek-Místek – Janovice – Malenovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Dobratice – Vojkovice – Pazderna – Frýdek-Místek (plast)		
9	7	Frýdek-Místek – Čeladná – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Metylovice – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Hukvaldy – Frýdek-Místek (sklo bílé)		
10		Frýdek-Místek – Sviadnov – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Pazderna – Janovice – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Pstruží – Malenovice – Frýdek-Místek (papír)	Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Dobrá – Frýdek-Místek (plast)	
11		Frýdek-Místek – Čeladná – Lhotka – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Metylovice – Bílá – Krásná – Dobratice – Nižní Lhoty – Frýdek-Místek (papír)	Frýdek-Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek-Místek (plast)	
12	7	Frýdek-Místek – Hukvaldy – Palkovice – Frýdek-Místek (sklo) Frýdek-Místek – Sviadnov – Janovice – Malenovice – Frýdek-Místek (sklo)	Frýdek-Místek – Hukvaldy – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Sviadnov – Nižní Lhoty – Krásná – Frýdek-Místek (plast)	
13		Frýdek-Místek – Pstruží – Čeladná – Frýdek-Místek (sklo) Frýdek-Místek – Staré Hamry – Bílá – Ostravice – Frýdek-Místek (sklo)	Frýdek-Místek – Pstruží – Lhotka – Frýdek-Místek (plast)	
16	8	Frýdek-Místek – Dobrá – Pazderna – Sedliště – Frýdek-Místek (sklo) Frýdek-Místek – Nošovice – Vyšní Lhoty – Pražmo – Raškovice – Vojkovice – Frýdek-Místek (sklo)	Frýdek-Místek – Morávka – Vyšní Lhoty – Nošovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Bruzovice – Čeladná – Frýdek-Místek (plast)	

17		Frýdek-ístek – Dobrá – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Raškovice – Frýdek-Místek (papír)		Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Hukvaldy – Frýdek-Místek (papír)
18		Frýdek-Místek – Dobrá – Vojkovice – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Vyšní Lhoty – Prožmo – Morávka – Frýdek-Místek (papír)	Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Dobrá – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Sviadnov – Sedliště – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Bruzovice – Nošovice – Dobrá – Palkovice – Frýdek-Místek (papír)
19		Frýdek-Místek – Dobratice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Janovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Ostravice – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek-Místek (plast)	
20		Frýdek-Místek – Staré Hamry – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Ostravice – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Morávka – Vyšní Lhoty – Nošovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Bruzovice – Čeladná – Frýdek-Místek (plast)	
23		Frýdek-Místek – Sviadnov – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Bílá – Staré Hamry – Frýdek-Místek (plast)		
24	9	Frýdek-Místek – Janovice – Malenovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Dobratice – Vojkovice – Pazderna – Frýdek-Místek (plast)	Frýdek-Místek – Hukvaldy – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Sviadnov – Nižní Lhoty – Krásná – Frýdek-Místek (plast)	
25		Frýdek-Místek – Dobrá – Frýdek-Místek (papír) Frýdek-Místek – Raškovice – Frýdek-Místek (papír)	Frýdek-Místek – Pstruží – Lhotka – Frýdek-Místek (plast)	

26		Frýdek-Místek – Dobrá – Vojkovice – Frýdek-Místek (papír)	Frýdek-Místek – Palkovice – Frýdek-Místek (plast)	
		Frýdek-Místek – Vyšní Lhoty – Prožmo – Morávka – Frýdek-Místek (papír)	Frýdek-Místek – Dobrá – Frýdek-Místek (plast)	
27			Frýdek-Místek – Metylovice – Palkovice – Frýdek-Místek (plast) Frýdek-Místek – Raškovice – Pražmo – Sedliště – Frýdek-Místek (plast)	
30				

4 Ekonomické zhodnocení návrhu

Pro ekonomické zhodnocení návrhu bylo vybráno neúspornější řešení a to **svoz skla**. Toto řešení **šetří** v daném zadání celkem **113,71 km**. Nejúspornější řešení autor uvádí v následujícím textu.

Tabulka č. 66: Výsledná tabulka vzdáleností

Svozové komodity	Po úpravě bez vzdáleností v obcích [km]	Vzdálenosti v obcích [km]	Výsledek Optimalizace [km]	Současnost [km]	rozdíl [km]	rozdíl [%]
Bílé sklo	276	206,94	482,94	490	- 7,06	- 1,44
Sklo	348	235,29	583,29	697	- 113,71	-16,31
Plast	616	239,55	855,55	684	171,55	+25,08
Papír	473	255,38	728,38	488	240,38	+41,39

Pro stanovení okružních jízd byly použity modely v programu Xpress, které v sobě zahrnují součásti z Clark Wrighta a některé části z úlohy o trasování. Tvorba modelů byla velmi náročná a časově zdlouhavá z důvodu, že se musely tyto úlohy spojit do jedné, která bude plnit požadovanou funkci. Úkolem modelů bylo nalezení okružních jízd s požadavkem minimalizace najetých kilometrů. Výstupem z modelů byly okružní jízdy pro jednotlivé svážené komodity.

Pro výpočet pořadí svozů nádob na separovaný odpad v obcích byl použit model Hamiltonovy kružnice. Úkolem modelu byla minimalizace vzdáleností s požadavkem návštěvy obsluhy každé nádoby na separovaný odpad v obci. Výstupem z tohoto modelu je trasa jízd obslužného vozidla v jednotlivých obcích, které jsou uvedeny v tabulce č.68.

Výsledkem je možnost úspory 113,71 km při svozu skla. Hodnoty úspor při svozu plastů a papíru vyšly nepříznivě a to z několika důvodů:

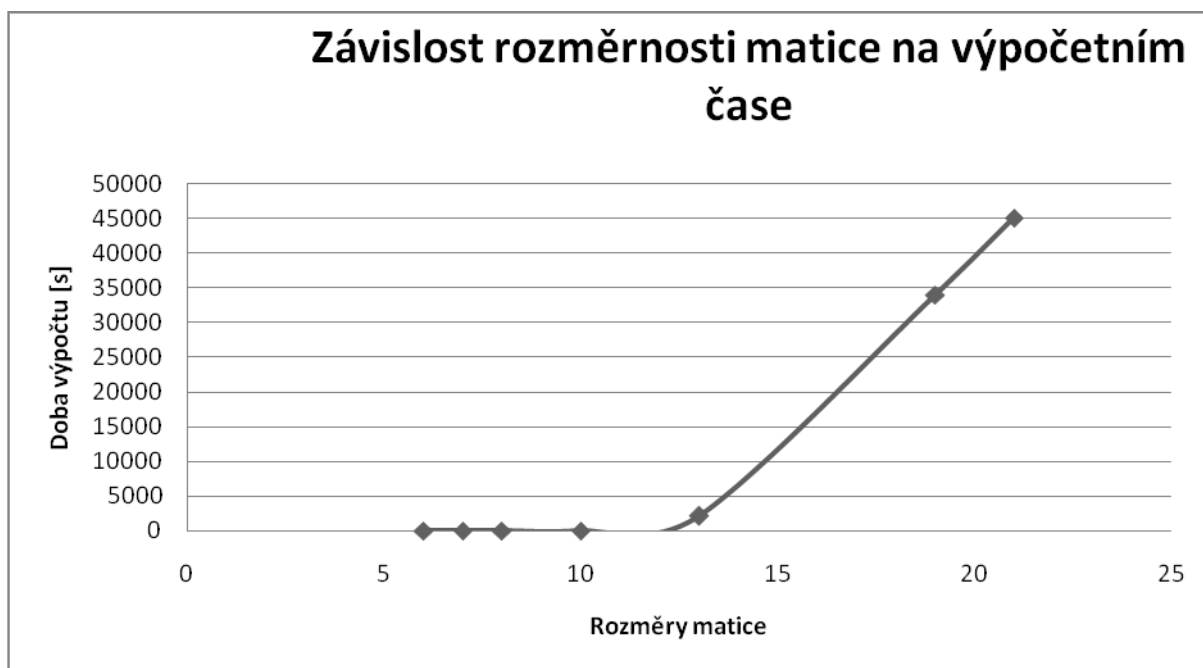
- svozy jsou prováděny v různých časových intervalech z důvodu požadavků jednotlivých obcí na provedení svozu dané komodity. Tyto časové intervaly jsou v mnoha případech různé a tak dochází k nárůstu ujetých kilometrů pro danou komoditu.
- nejvýznamnější příčinou nepříznivého výsledku z pohledu autora je nedostatek v programu Xpress, kdy tento není schopen provést rozhodnutí o možnosti návštěvy další obce za účelem úplného zaplnění svozového vozidla, s ohledem na to, že nemusí dojít k obsluze celé

obce, ale jen jeho části. Právě tato příčina způsobuje velký nárůst zbytečně ujetých kilometrů. V praxi tuto variantu řidiči svozových vozidel, v maximální míře, používají a z tohoto důvodu u komodit s velkou produkcí program Xpress vytváří nevýhodné řešení.

V následující tabulce je uvedena závislost výpočetního času na velikosti vstupní matice.

Tabulka č. 67: Výpočetní časy

Rozměry matice	Výpočetní čas [s]
6 x 6	0,141
7 x 7	0,453
8 x 8	1,375
10 x 10	15,344
13 x 13	2170,61
19 x 19	33990,8
21 x 21	45 056



Graf č.1: Závislost rozměrnosti matice na výpočetním čase

Tabulka č. 68: Pořadí jízd při svozu skla

Pořadí jízdy	Okružní jízdy	Obce	Svozová trasa v obci
1	Frýdek-Místek – Lhotka – Metylovice – Frýdek-Místek	Lhotka	1 – 4 – 3 – 2 -1
		Metylovice	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 8 – 7 – 9 – 12 – 14 – 16 – 15 – 13 – 11 – 10 – 17 – 18 – 1
2	Frýdek Místek – Krásná – Dobratice – Frýdek-Místek	Krásná	1 – 4 – 2 – 5 – 11 – 10 – 13 – 9 – 8 – 3 – 7 – 6 – 14 – 12 – 1
		Dobratice	1 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 11 – 10 – 2 – 1
3	Frýdek-Místek – Nižní Lhoty – Morávka – Bruzovice – Frýdek-Místek	Nižní Lhoty	1 - 2
		Morávka	1 – 18 – 17 – 14 – 16 – 13 – 15 – 12 – 9 – 8 – 6 – 5 – 3 – 2 – 1
		Bruzovice	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 1
4	Frýdek-Místek – Hukvaldy – Palkovice – Frýdek-Místek	Hukvaldy	1 – 2 – 3 – 9 – 14 – 8 – 7 – 6 – 5 – 13 – 4 – 11 – 10 – 12 - 1
		Palkovice	1 – 2 – 3 – 4 – 17 – 14 – 5 – 6 – 13 – 7 – 19 – 9 – 10 – 8 – 11 – 12 – 15 – 16 – 18 – 1
5	Frýdek-Místek – Sviadnov – Janovice – Malenovice – Frýdek-Místek	Sviadnov	1 – 2 – 3 – 6 – 4 – 5 – 11 – 10 – 9 – 8 – 7 – 1
		Janovice	1 – 2 – 3 – 10 – 8 – 9 – 6 – 11 – 5 – 4 – 7 – 1
		Malenovice	1 – 2 – 8 – 6 – 7 – 4 – 3 – 5 – 1

6	Frýdek-Místek – Pstruží – Čeladná – Frýdek-Místek	Pstruží	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 1
		Čeladná	1 – 18 – 13 – 6 – 2 – 14 – 12 – 21 – 4 – 5 – 15 – 16 – 9 – 7 – 8 – 3 – 11 – 22 – 26 – 24 – 23 – 25 – 20 – 10 – 19 – 17 – 1
7	Frýdek-Místek – Dobrá – Pazderna – Sedliště – Frýdek-Místek	Dobrá	1 – 19 – 7 – 3 – 6 – 10 – 17 – 11 – 13 – 14 – 5 – 4 – 18 – 12 – 16 – 20 – 2 – 21 – 9 – 8 – 15 – 1
		Pazderna	1 – 2 – 3 – 5 – 7 – 6 – 4 – 1
		Sedliště	1 – 4 – 3 – 6 – 7 – 2 – 5 – 8 – 1
8	Frýdek-Místek – Staré Hamry – Bílá – Ostravice – Frýdek-Místek	Staré Hamry	
		Bílá	1 – 4 – 3 – 2 – 5 – 1
		Ostravice	1 – 4 – 6 – 9 – 5 – 11 – 8 – 3 – 2 – 7 – 10 – 1
9	Frýdek-Místek – Nošovice – Vyšní Lhoty – Pražmo – Raškovice – Vojkovice – Frýdek-Místek	Nošovice	1 – 8 – 3 – 4 – 7 – 6 – 9 – 5 – 2 – 1
		Vyšní Lhoty	1 – 5 – 4 – 6 – 3 – 2 – 1
		Pražmo	1 – 2 – 3 – 7 – 5 – 4 – 6 – 1
		Raškovice	1 – 10 – 8 – 7 – 6 – 5 – 3 – 9 – 2 – 5 – 1
		Vojkovice	1 – 4 – 2 – 8 – 6 – 3 – 5 – 7 – 1

5 Závěr

Odpady provázejí člověka ve většině jeho činností. Každý z nás produkuje různé druhy odpadů, ať už jsou to odpady z potravin, obaly, průmyslové odpady a jiné. Z tohoto důvodu je třeba, aby se s nimi vždy počítalo a byly brány jako důležitá složka každodenního života. Nikdo nemůže být k tomuto problému lhostejný a považovat ho jen za něco, co se ho netýká.

Problém svozu a ukládání odpadů řeší odpadové hospodářství příslušné oblasti, v tomto zadání Město Frýdek – Místek. Hlavním cílem diplomové práce bylo analyzovat současný stav svozu komunálního odpadu v oblasti Frýdecko - Místecka, navrhnout teoretická východiska řešení a zároveň navrhnout trasy popelářských vozů svážejících separovaný komunální odpad z vybraných obsluhovaných obcí. Svozem a odstraněním odpadu se v této oblasti zabývá společnost Frýdecká skládka a.s., která autorovi poskytla základní informace týkající se současného počtu svozů v obsluhovaných obcích.

Při tvorbě této práce se vyskytlo několik problémů, které bylo zapotřebí vyřešit. Většinou se jednalo o sběr dat. Některá data se podařilo zajistit pomocí osobní návštěvy obecních úřadů, v jiných případech elektronickou komunikací se starosty obcí a v neposledním případě návštěvou konkrétních míst.

V úvodu práce bylo vyčleněno několik cílů, kterých bylo zapotřebí dosáhnout. Byla provedena analýza současného stavu rozmístění nádob na separovaný odpad v 25 přilehlých, obsluhovaných obcích a popsána teoretická východiska řešení. Některé metody byly použity v této práci při tvorbě modelů v programu Xpress, který byl použit pro výpočet optimalizace.

V další části práce byly navrženy, na základě použitých metod, nové svozové trasy pro svoz separovaného odpadu z obsluhovaných obcí. Návrhy svozových tras byly vytvořeny pomocí programu Xpress. Tato aplikace provádí výpočet na základě vybraných algoritmů. Návrh svozových tras byl vytvořen tak, aby respektoval veškeré podmínky - a to jak technologické, tak technické parametry dopravní sítě - nutné pro reálné využití návrhu v praxi. Tyto návrhy byly předány vozovému parku společnosti Frýdecká skládka a.s., a ta se následně rozhodne, zda návrhy použije v praxi., a to hlavně při svozu skla, kdy výpočtem optimalizace došlo k nemalé úspoře ujetých kilometrů.

Celkově příznivá optimalizace svozu separovaného odpadu pro většinu komodit by jistě byla možná, ale pouze za předpokladu, že by se zpracovatel zabýval problematikou svozu odpadů několik let a to nutně za úzké spolupráce se společností Frýdecká skládka a.s..

Použitá literatura:

- [1] prof. Ing. Mikuláš Alexík, CSc., PgDr. Katarína Šimánková, Optimalizace na dopravních sítích, 2003 cit. 2012-04-25 , vydavatelství EDIS Žilina 2003. 248s. ISBN 80-8070-031-1
- [2] prof. Jaroslav Janáček, CSc., Matematické programování, cit. 2012-04-28 vydavatelství EDIS Žilina 2003. 225s. ISBN 80-8070-054-0
- [3] Hospodaření s odpady v obcích. Praha: EKO-KOM, Středočeský kraj, Středočeské komunální služby Kladno, 2003. 192 s. ISBN 80-239-0743-3
- [4] Interní materiály Frýdecké skládky a.s
- [5] BRÁZDOVÁ, Markéta. *Studijní materiály k předmětu Teorie grafů*. 2010.
- [6] Daněk J., Teichmann D.. Optimalizace dopravních procesů. Ostrava: VŠB – Technická univerzita cit. 2012-04-27 Ostrava. 2005. 191 s. ISBN 80 – 248 – 0996
- [7] Surovec P. Provoz a ekonomik silniční dopravy II. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava 2004. 121 s. ISBN 80 – 248 – 0710 - 6
- [8] Vyhláška 383/2001 Sb. technické zabezpečení skládky tuhých odpadů

Internetové zdroje:

- [9] <http://www.obce-mesta.info/obec.php?id=Frydek-Mistek-598003>
- [10] ČR a Evropa: SKLADBA KOMUNÁLNÍHO OPDADU Z DOMÁCNOSTÍ – Odpad je energie /online/. Odpad je energie. Dostupné z WWW: <<http://www.odpadjeenergie.cz/fakta/cr-a-evropa/skladba-komunalniho-odpadu-zdomacnosti.aspx>>.
- [11] <http://www.ipoint.cz/firmy/185500600-frydeck-a-skl-adka-a-s/>
- [12] <http://www.mapy.cz>
- [13] <http://www.frydeckaskladka.cz>
- [14] <http://www.ekokom.cz>
- [15] ZÖELLER SYSTEMS, s.r.o. [online]. cit. 2012-04-27. Dostupné z WWW: <<http://www.zoeller.cz/mediumxl.html>>.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto chci poděkovat vedoucímu diplomové práce

Ing. Janu Šircovi

*panu Ing. Olšarovi, vedoucímu vozového parku, a ostatním konzultantům
za jejich čas, materiály a informace, které mi pro vytvoření diplomové
práce poskytli. Vážím si toho a moc děkuji.*

Seznam příloh:

Příloha A: Svoz skla

Příloha B: Svoz papíru

Příloha C: Svoz plastů

Příloha D: Seznam typů a technické parametry jednotlivých nádob

Příloha E: Mapa obce Čeladná

Příloha F: Mapa obce Dobrá

Příloha G: Mapa obce Hukvaldy

Příloha H: Mapa obce Metylovice

Příloha I : Mapa obce Morávka

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Porovnání nejčastějších způsobů sběru dle dostupnosti sběrného místa, strana 18

Tabulka č. 2: Tabulka úspor, strana 33

Tabulka č. 3: Matice vzdáleností, strana 41

Tabulka č. 4: Matice A, strana 41

Tabulka č. 5: Matice B, strana 42

Tabulka č. 6: Matice C, strana 43

Tabulka č. 7: Matice D, strana 43

Tabulka č. 8: Matice E, strana 44

Tabulka č. 9: Matice F, strana 45

Tabulka č. 10: Délka hamiltonovské kružnice, strana 47

Tabulka č. 11: Harmonogram svozu a objemu svezeného tříděného odpadu z vybraných obcí, strana 49

Tabulka č. 12: Objemové hmotnosti vybraných odpadů při sběru, strana 50

Tabulka č. 13: Technické parametry svozového vozidla s lisovacím presem, strana 52

Tabulka č. 14: Nádob v obci Bílá, strana 54

Tabulka č. 15: Vzdálenosti [km], strana 54

Tabulka č. 16: Nádobý v obci Bruzovice, strana 57

Tabulka č. 17: Vzdálenosti [km], strana 57

Tabulka č. 18: Nádobý v obci Čeladná, strana 58

Tabulka č. 19: Vzdálenosti [km], strana 59

Tabulka č. 20: Nádobý v obci Dobrá, strana 60

Tabulka č. 21: Vzdálenosti [km], strana 61

Tabulka č. 22: Nádobý v obci Dobratice, strana 62

Tabulka č. 23: Vzdálenosti [km], strana 63

Tabulka č. 24: Nádobý v obci Hukvaldy, strana 64

Tabulka č. 25: Vzdálenosti [km], strana 64

Tabulka č. 26: Nádobý v obci Janovice, strana 65

Tabulka č. 27: Vzdálenosti [km], strana 66

Tabulka č. 28: Nádobý v obci Krásná, strana 67

Tabulka č. 29: Vzdálenosti [km], strana 68

Tabulka č. 30: Nádobý v obci Lhotka, strana 69

Tabulka č. 31: Vzdálenosti [km], strana 69

Tabulka č. 32: Nádobý v obci Malenovice, strana 70

Tabulka č. 33: Vzdálenosti [km], strana 71

Tabulka č. 34: Nádobý v obci Malenovice, strana 72

Tabulka č. 35: Vzdálenosti [km], strana 73

Tabulka č. 36: Nádobý v obci Morávka, strana 75

Tabulka č. 37: Vzdálenosti [km], strana 75

Tabulka č. 38: Nádobý v obci Nižní Lhoty, strana 76

Tabulka č. 39: Vzdálenosti [km], strana 76

Tabulka č. 40: Nádobý v obci Nošovice, strana 77

Tabulka č. 41: Vzdálenosti [km], strana 77

Tabulka č. 42: Nádobý v obci Ostravice, strana 79

Tabulka č. 43: Vzdálenosti [km], strana 79

Tabulka č. 44: Nádobý v obci Palkovice, strana 80

Tabulka č. 45: Vzdálenosti [km], strana 81

Tabulka č. 46: Nádobý v obci Pazderna, strana 82

Tabulka č. 47: Vzdálenosti [km], strana 82

Tabulka č. 48: Nádobý v obci Pražmo, strana 83

Tabulka č. 49: Vzdálenosti [km], strana 83

Tabulka č. 50: Nádobý v obci Pstruží, strana 84

Tabulka č. 51: Vzdálenosti [km], strana 84

Tabulka č. 52: Nádobý v obci Raškovice, strana 86

Tabulka č. 53: Vzdálenosti [km], strana 86

Tabulka č. 54: Nádobý v obci Sedliště, strana 87

Tabulka č. 55: Vzdálenosti [km], strana 87

Tabulka č. 56: Nádobý v obci Sviadnov, strana 89

Tabulka č. 57: Vzdálenosti [km], strana 89

Tabulka č. 58: Nádobý v obci Vojkovice, strana 90

Tabulka č. 59: Vzdálenosti [km], strana 90

Tabulka č. 60: Nádobý v obci Vyšní Lhoty, strana 91

Tabulka č. 61: Vzdálenosti [km], strana 91

Tabulka č. 62: Matice vzdáleností, strana 93

Tabulka č. 63: Zaplněnost, strana 94

Tabulka č. 64: Výsledná tabulka vzdáleností, strana 99

Tabulka č. 65: Rozpis svozů na dva měsíce, strana 100

Tabulka č. 66: Matice vzdáleností, strana 107

Tabulka č. 67: Výpočetní časy, příloha 107

Tabulka č. 68: Pořadí jízd při svozu skla, strana 109

Tabulka č. 69: Matice vzdáleností, příloha A

Tabulka č. 70: Zaplněnost, příloha A

Tabulka č. 71: Matice vzdáleností, příloha A

Tabulka č. 72: Zaplněnost, příloha A

Tabulka č. 73: Matice vzdáleností, příloha B

Tabulka č. 74: Zaplněnost, příloha B

Tabulka č. 75: Matice vzdáleností, příloha B

Tabulka č. 76: Zaplněnost, příloha B

Tabulka č. 77: Matice vzdáleností, příloha B

Tabulka č. 78: Zaplněnost, příloha B

Tabulka č. 79: Matice vzdáleností, příloha C

Tabulka č. 80: Zaplněnost, příloha C

Tabulka č. 81: Matice vzdáleností, příloha C

Tabulka č. 82: Zaplněnost, příloha C

Tabulka č. 83: Matice vzdáleností, příloha C

Tabulka č. 84: Zaplněnost, příloha C

Tabulka č. 85: Matice vzdáleností, příloha C

Tabulka č. 86: Zaplněnost, příloha C

Seznam grafů:

Graf č.1: Závislost rozměrnosti matice na výpočetním čase, strana 108

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: Letecký pohled na skládku Frýdek – Místek, Panské dvory 3536, strana 12

Obrázek č. 2: Svozové nákladní automobily značky MAN – linear press a MAN s hydraulickým ramenem na svoz nádob typu Zvon, stran 13

Obrázek č. 3: Svozové kontejnery, strana 13

Obrázek č. 4: Ukládání odpadů, strana 16

Obrázek č. 5: Nádobý na separovaný odpad, strana 19

Obrázek č. 6: Způsob výsypu sběrných nádob s horním výsypem, strana 19

Obrázek č. 7: Způsob výsypu sběrných nádob se spodním výsypem, strana 19

Obrázek č. 8: Vozidlo s lineárním stlačováním odpadu, strana 21

Obrázek č. 9: Vozidlo s rotačním stlačováním odpadu, strana 22

Obrázek č. 10: Vozidlo s hydraulickou rukou, strana 23

Obrázek č. 11: Vozidlo s lineárním stlačováním vybavené hydraulickou rukou, strana 23

Obrázek č. 12: Vozidlo vybavené nosičem kontejnerů, strana 24

Obrázek č. 13: Znázornění úspor sloučením dvou tras do jedné, strana 32

Obrázek č. 14: Vzorový graf, strana 34

Obrázek č. 15: Tabulka úspor, strana 35

Obrázek č. 16: Grafické znázornění obsluhovaných míst, strana 40

Obrázek č. 17: Kořen stromu, strana 42

Obrázek č. 18: Strom 1, strana 44

Obrázek č. 19: Strom, strana 45

Obrázek č. 20: Výsledný strom, strana 46

Obrázek č. 21: Hamiltonovská kružnice, strana 46

Obrázek č. 22: Mapa svozové oblasti, strana 48

Obrázek č. 23: Bílá, strana 54

Obrázek č. 24: Bruzovice, strana 56

Obrázek č. 25: Čeladná, strana 57

Obrázek č. 26: Dobrá, strana 60

Obrázek č. 27: Dobratice, strana 62

Obrázek č. 28: Hukvaldy, strana 64

Obrázek č. 29: Janovice, strana 65

Obrázek č. 30: Krásná, strana 67

Obrázek č. 31: Lhotka, strana 69

Obrázek č. 32: Malenovice, strana 70

Obrázek č. 33: Metylovice, strana 72

Obrázek č. 34: Morávka, strana 74

Obrázek č. 35: Nižní Lhoty, strana 76

Obrázek č. 36: Nošovice, strana 77

Obrázek č. 37: Ostravice, strana 78

Obrázek č. 38: Palkovice, strana 80

Obrázek č. 39: Pazderna, strana 82

Obrázek č. 40: Pražmo, strana 83

Obrázek č. 41: Pstruží, strana 84

Obrázek č. 42: Raškovice, strana 85

Obrázek č. 43: Sedliště, strana 87

Obrázek č. 44: Sviadnov, strana 88

Obrázek č. 45: Vojkovice, strana 90

Obrázek č. 46: Vyšní Lhoty, strana 91

Obrázek č. 47: Svozová oblast, strana 98

Obrázek č. 48: Svozová oblast, příloha A

Obrázek č. 49: Svozová oblast, příloha A

Obrázek č. 50: Svozová oblast, příloha B

Obrázek č. 51: Svozová oblast, příloha B

Obrázek č. 52: Svozová oblast, příloha B

Obrázek č. 53: Svozová oblast, příloha C

Obrázek č. 54: Svozová oblast, příloha C

Obrázek č. 55: Svozová oblast, příloha C